تأليف: آن فولك ترجمة: أ. د. محمد علي أحد

الدارالمصرية اللبنانية

علاقات التغدية»



ترجمة أ.د. محمد علي أحمد تأليف آن فــولــك



C Harcourt Education Ltd. First published in Great Britain by Heinemann Library under license from Capstone Global limited. Heinemann is a trademark of Harcourt Education Ltd. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced. stored in a retrieval system, or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopy, recording, or otherwise, without either the prior written permission of the publisher or a license permitting restricted copying in the united kingdom issued by the copyright licensing Agency LTD, 90 Tottenham Court road, London W1T4LP (www.cla.co.uk). Arabic edition: Al-Dar Al-Masriah Al-Lubnaniah. 2010.

> نولك ، آن . الغذاء .. من أين؟ ولمن؟ «هلاقات التغذية» / تأليف: آن قولك ، ترجمة: عمد على أحمد . - ط1 . - القاهرة : الدار المصرية اللبناتية ، 2011 . 64 ص 234 سم . ــ (سلسلة علم الحياة .. نظرة متعمقة) . تدمك : 3 - 631 - 977 427 578 1-الأغلية أ ــ العنوان 641 رقم الإيداع: 19371 / 2010 الدارالمصرية اللبنانية 16 عبد الخالق ثروت - القاهرة . ÷ 202 23910250 تليقون: + 202 فاكس: 23909618 - ص.ب 2022 E-mail:info@almagrlah.com www.almasrinh.com جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة

الطبعة الأولى: صفر 1432هـ - يتايز 2011م

المحتويات

4	1- كل كائن حي يحتاج الغذاء
6	2- بداية السلسلة
16	3- بناء السلسلة الغذائية
24	4- الروابط داخل السلسلة الغذائية
32	5- لعبة الأرقام
36	6– شبكات التغذية
44	7– دورات الحياة
50	8- رابطة ضعيفة داخل السلسلة
58	9– إدارة المستقبل
60	مصادر إضافية
61	مفردات ومصطلحات
64	الكشاف

كل كائن حَيّ يحتاج الغذاء

أينما كنت.. وأي شيء تغعله.. فإنك ستكون مُحاطًا بكاننات حيّة، من البكتيريا الموجودة في البساتين من البكتيريا الموجودة في البساتين والحدائق، والطيور المُحَلِّقة في السماء، والبشر ممن تعرفهم ، والحياة من حولك، والطاقة هي مفتاح الحياة. وتحتاج الكائنات الحية إلى الطاقة لكي تتحرك، وتنمى وتتكاثر، وكلوة مُحَرِّكة لأعضاء الحسِّ لكي نحيا. وكل هذه الطاقة يجب أن تأتي من مصدر ما، وهي تأتي من الغذاء. ويتحلل الغذاء ليتحلل الغذاء ليتحلل الغذاء ليتحلل علي الخذاء.

من أين تأتي الطاقة؟

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى الغذاء من أجل الطاقة ، إلا أن النباتـــات لا تأكل، ويرجع ذلك إلى أن النباتات الخضراء يمكنها تجهيزٌ غذائها من خلال عملية خاصة تُعْرَفُ باسم التَّعْلِيل الضَّوِيّل باستخدام:

- * غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء.
- * الماء الذي يتم الحصول عليه بواسطة الجذور من الترية.
 - * ضوء الشمس.

وتستطيع النباتات حينناك استخدام الطاقة الموجودة في الغذاء الذي تكونه بنفسها في الاحتفاظ بخلاياها حيّة. إلا أن الحيوانات ليست مُحْظرِظة مثل النباتات، فهي لا تستطيع تجهيز غذائها بنفسها، لأنها لكي تحصل على الطاقة النبي تحتاجها لتحيا وتنمو، يجب عليها أن تأكل إمًّا نباتات أو حيوانات أخرى، كما يلزم الحيوانات أن تتغلب على جميع العقبات للحصول على غذاء كاف، وإذا كانت هذه الحيوانات أكل حيوانات أخرى، وجب عليها البحث عن وسيلة تقيض بها على فرائسها من الحيوانات. وعندما يأكل الحيوان طعامه، تبقى لديه مشكلة، بها على فرائسها من الحيوانات صغيرة، يمكن استخدامها في الخلية لتوليد الطاقة.

روابط الحياة

تصور هذا المشهد. أرض عشبية تتلألاً تحت أشعة شمس الصباح الباكر. ويختفي بين الأعشاب فأر حقل صغير، يقرض بعض بُذور الحشائش، وفي طُرفة

عين ينقضُ صقر ويختطفه، ثم يطير

يه يعيدًا ليتغذى به. هذه الكائنات الحية : الحشائش والفأر والصقر، ترتبط ببعضها في سلسلة غذائية بما تأكله ، فالحشائش تصنع غذاءها باستخدام أشعة الشمس، والفأر يأكل النبات للحصول على غذاء لا يستطيع تجهيزه بنفسه، والصقر أكل الفأر للسبب نفسه . وسلاسل غذائية مثل هذه تكون بسيطة، إلَّا أن الحياة الواقعية ليست كذلك. ففأر الحقل لا يأكل بذور الحشائش فقط، كما أن الصقور تأكل الأرانب والسُّحالي مثلما تأكل الفئران. وفي أي مكان محدُّد، ترتبط سلاسل غذائية مختلفة ببعضها لتكون شبكة غذائية مُعَقّدة. وسوف تجد المزيد حول هذه العلاقات الغذائية بعد ذلك في هذا الكتاب.



الكائنات الحية مثل هذا الفأر ترتبط بعديد من النباتات أ والحيوانات من خلال سَلاسل وشبكات غذائية.

هل تعلم ..؟

الغاز المتخلّف عن عملية التمثيل الضوتي هو الأكسجين، الذي تحتاج إليه جميع الكائنات المية في التنفس والحصول على الطاقة من الغذاء، وعلى ذلك فالتمثيل الضوئي هو محطةٌ تُوليد الطاقة على كُوكهنا.

بداية السّلسلة

تحتاج جميع الحيوانات أن تأكل شيئًا ما، والعالم مَلَى بالعَلاقات الغذائية بين النباتات والحيوانات، ويطلقُ على هذه العلاقات سَلاسلُ وشبكات الغذاء. وفي بداية مُعظم هذه العلاقات الغذائية سوف تجد النبات؛ لأن النباتات يمكنها تجهيز غذائها بنفسها عن طريق عملية التمثيل الضوتي، ويُستعملُ هذا الغذاء بعد ذلك جميعُ الكائذات الحية تقريبًا الموجودة على الأرض بطريقة أو بأخرى، وفي سلاسل وشبكات التغذية تُعرف النباتات بأنها مُنتجات للغذاء؛ بسبب قدرتها على استخدام الضوء وثاني أكسيد الكربون والماء في إنتاج الغذاء، الذي تعتمد عليه الكائنات الصية الكائنات المناع المناع المناع المناع المناع المناع المناع المناع المناع العدل الكربون والماء في إنتاج الغذاء، الذي تعتمد عليه الكائنات

الأوراق؛ مصنع الغذاء

لكي تتم عملية التمثيل الضوئي، يحتاج النبات إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وضوء الشمس، وكذلك يحتاج إلى وسيلة لحَمْلِ جُزِيْنات السكر المتكوِّنة ونقلها حول النبات، ووسيلة للتخلص من الأكسجين، وهو غاز ينتج ثانويًّا عن هذه العملة.



الأوراق الموجودة على الشجرة، مثل الشجرة، مثل أشجار أخرى عديدة مُرَتَّبة بطريقة تُضَّمن الحصول على أكبر كمية مُمُكنة من الشوء. وتعمل هذه الأوراق كمصانغ لإنتاج القذاء للنبات، وكذلك لتغذية الأحياء الأخرى

تجري عملية التمثيل الضوئي في الأجزاء الخضراء من النبات، خاصة الأوراق: لأن الأوراق معلوءة بمادة كيميائية خاصة خضراء اللُون تعرف باسم كُلوروفيل. ويقوم الكلوروفيل باقتناص الطاقة من ضوء الشمس الساقط على الأوراق، والذي يستخدم في تجهيز الغذاء.

وإذا استلقيت تحت شجرة ما، ونظرت إلى أعلى حين السماء، فإنك سوف ترى كيف أن النباتات جيدة التنظيم، فأوراق النبات مُسطَّحة عادة لاقتناص أكبر كمية ممكنة من ضوء الشمس، وعادة تكون الأوراق مرتبة بحيث يحصل كل منها على بعض الضوء، ليس هذا فقط، مالأوراق رقيقة الشُمك مما يسمح بمرور الغازات خلالها بسهولة، كما تحتوي الأوراق على شبكة فعُالة من المُروق، تعمل على حمل الغذاء والماء داخل النبات، وعلى ذلك تعتبر أوراق النبات خطوط إنتاج عالية الكفاءة لصناعة الغذاء على نطاق واسم!

تختلف أوراق النباتات في الأشكال والأحجام، فأوراق السرخسية، وهي الأوراق السرخسية، وهي دات شكل معيِّز كما تشاهد وتنفرد الأوراق السرخسية لتأخذ هذا الشكل الريشي عند نموها.



بقية المُكُونات

تُعتبر الأوراق في غاية الأهمية للنباتات: إذ بدونها لا يستطيع النبات القيام بعملية التعثيل الضوئي كما ينبغى. إلا أن النبات لا يكفيه وجود الأوراق ومصدر ضوئي، فهو يحتاج أيضا إلى ثاني أكسيد الكربون وماء لكي يبدأ في تجهيز الغذاء. ويوجد ثاني أكسيد الكربون في الهواء المحيط بنا، وهو سام للحيوانات والبشر إذا وجد بكميات كبيرة، إلا أنه . في الحقيقة . يوجد بنسبة بسيطة في المهواء المواء الجوي (حوالي 0.04%)، وتحتاج النباتات إلى ثاني أكسيد الكربون، وهو يدخل إلي أوراق النبات (مع بقية مكونات الهواء) من خلال فتحات دقيقة تعرف باسع «اللغور».

والماء مكرّن آخر مهمّ لعملية التمثيل الضوئي، حيث يحصل النبات عليه من التربة ويمتصُّه من خلال الجذور. وللنبات جهاز كبير من الأوعية التي تجري خلال سيقانه وجذوره وأوراقه، حيث تحمل هذه الأوعية الماء من الجذور صاعدةً إلى الأوراق، حيث يستخدم في عملية التمثيل الضوئي.

رواد العلم ، مالفين كالفين

ولد مالڤين كالڤين في سان بول بولاية مينيسوتا الأمريكية في أبريل عام 1911م، وبدأ بحثَه المهم في التمثيل الضوئي عام 1945، ولقد

كُون كالقين فريقًا من شباب الباحثين، وكانت لديه نَزْمة واضحة لاستخدام فريق بحثى ، مكون من باحثين في مجالات أو تخصصات مختلفة في العلوم ، مثل باحثى الأحياء والكيمياء والطبيعة للعمل ممًا في فريق واحد، ولقد حمل ذلك مهارات مختلفة للدحد العلمي

وقد استخدم هذا الفريق البحثي جزيدًا جشعًا يطلق عليه اسم كربون ـ 14، ويستخدم هذا الكربون المشع في التجارب حيث يسمح للعلماء بتنبع تفاعلات عملية التمثيل الضوئي، وكان من الصعب جدًّا تتبُّع مثل هذه التفاعلات التي تجري داخل الخلايا الحية وبعد سنوات من العمل المتصل، أمكن لكالفين وفريقه البحتي رسم المسار الكامل الذي يمرُ به الكربون خلال النبات أثناء عملية التمثيل الضوني، ولقد أطلق على هذه التفاعلات الكيميانية اسم دورة كالفين تكريمًا لهذا العالم العظيم.



حلُ مالقين كالقين وهريقه من العلماء ألغاز أحد أهم التماعلات الحيوية على الأرض ولقد حصل كالقين عام 1961 على جائزة نوبل في الكهمياء لاكتشافه المسارات الكهميائية لعملية التمثيل الضوني

كيف تجري عملية التمثيل الضوئي؟

في عملية التمثيل الضوئي، يوفّر ضوء الشمس الطاقة اللازمة لتحويل ثاني أكسيد الكربون والماء إلى غذاء، مُشابهًا في ذلك الوسيلة التي توفرها الحرارة للفرن ليحوّل الدقيق والماء إلى خبز.

وتجري عملية التمثيل الضوئي في البلاستيدات الخضراء داخل أوراق النبات، ومن خلال تفاعلات كيميائية متتابعة، يتحد ثاني أكسيد الكربون والماء معًا، وينتج عن ذلك تكوين سكر يُعرف باسم جُلوكوز، وغاز الأكسجين، وينتقل الجلوكوز حول النبات إلى حيث يحتاج إليه، وعادة ما يتحول إلى نشا، وهي كربوهيدرات، يمكن تخزيفها بسهولة إلى حين احتياج النبات للطاقة.

> ويمكن تلخيص عملية التمثيل الضوني في هذه المعادلة ضوء ثاني أكسيد الكربون + ماء ----- سكر + أكسجين

> > طاقة من الشمس تُقْتنص بواسطة الكلوروفين

تنتقل السكريات خارجة من الورقة خلال العروق

يحمل الماء إلى الأوراق خلال العروق

> يتعلعل ثاني أكسيد الكربون من خلال الثغور

يمر الأكسجين خارجًا من خلال الثعور.

ما العوامل المؤثرة على عملية التمثيل الضوئي؟

توجد النباتات في جميع أنحاء العالم، حتى أنها تعيش في الدائرة القطبية، وتبقى محتفظة بحياتها في المُحاري وتمثل النباتات الغابات المطيرة الكبيرة المورقة في المناطق الاستوائية، والنموات العشية النامية طبيعيًا في سُهول التَّندرا. وتلعب النباتات دورًا مهمًا في تغذية عشائر الحيوانات في العالم، بعا فيها البشر: لذا فإن من المهم أن تُسرع هذه النباتات في عملية التمثيل الضوئي والنمؤ. ومن المعروف أن الضوء ومستويات ثاني أكسيد الكربون ودرجة الحرارة عوامل محددة ؛ نظرًا لأنها تؤثّر على كمية التمثيل الضوئي، التي يمكن أن يقوم بها الناح.

تجربة نموذجية ؛ التِّين الخانق قياس تأثير الضوء على مُعَدِّل عملية التمثيل الضوئي

لاحظ تشارلز بونيت عام 1754 فقاعات غازية تتصاعد من أوراق شجرة مَفْمورة تحت الماء مُعَرِّضة لضوء ساطع.

وفي تجربة تُجْرى في معامل المدارس حول العالم، يُسلّط الضوء على حشيشة البرك الكندية أو على نبات الإلوديا تحت الماء. وعندما تجري عملية التمثيل الضوئي، يصدر عن تلك النباتات تيّارٌ من الفقاعات الغازية تحتري على غاز الأكسجين، ويمكن تقديرٌ معدًّل خروج هذه الفقاعات، أو جمع هذا الغاز الناتج وتقدير حجمه.

وعندما يتحرك الضوء بعيداً عن النبات، يقلُّ معدلُ حدوث عملية التمثيل الضويي، وينخفض تيار تدفّق فقاعات غاز الأكسجين، وهكذا يعتبر انخفاض مُستويات الضوء عاملاً محددًن المعدل حدوث عملية التمثيل الضوئي، أما إذا أصبح الضوء أكثر قريًا من النبات (في الوقت الذي تظل فيه درجة حرارة الماء ثابتة)، فإن فقاعات الغاز تظهر أسرع وأسرع، وهذا يوضُع أن معدل عملية التمثيل الضوئي قد ازداد.



ملاحظة العُالم بونيت هي أساسُ التَّجرية النمونكية بالتي توضّح تأثير الضوء على معدل عملية التمثيل الضوئي

الضوء

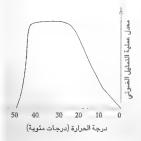
يعتبر مُستوى الضوء أكثر العوامل المؤثرة على عملية التمثيل الضوئي، فإذا كان هناك ضوء كاف، زادت عملية التمثيل الضوئي، أما في الظلام أو الضوء الخافت، فإن التمثيل الضوئي يتوقَّف ، بصرف النظر عما يحيط بالنبات من ظروف أخرى. وفي معظم النباتات نجد أنه كلما زادت شدة الضوء ارتفع معدل عملية التمثيل الضوئي.

الحرارة

توثر الحرارة على جميع التفاعلات الكيميائية، بما فيها عملية التمثيل

الضوئي. وعندما ترتفع درجة الحرارة، تزداد سرعة التفاعلات الكيميائية، ويرتفع معدل التمثيل الضوئي. ومع ذلك، فإن الإنزيمات تتحكم في عملية التمثيل الضوئي، والإنزيمات عبارة عن بُروتينات، وهذا يعني أنها تتأثر بصورة سيئة بدرجات الحرارة الأعلى من بصورة كبيرة، فإذا ارتفعت درجة الحرارة بصورة كبيرة، فإذا ارتفعت درجة الحرارة الضوئي ينخفض؛ نظرًا لأن الإنزيمات التي تتحكم في هذه العملية تتعرض للتُلك.

يزداد معدلُ عملية التمثيل الضوئي بصورة مستمرَّة مع زيادة درجة الحرارة حتى درجة معينة، تقلف عندما الإنزيمات، ويتوقف التفاعل الحيريُّ تمامًا.



مستويات ثاني أكسيد الكربون

تعتبر الكُمية المُتاحة من ثاني أكسيد الكربون عاملاً محدُدًا لسير عملية التمثيل الضوئي؛ لأنه دون ثاني أكسيد الكربون لا يستطيع النبات بناء الجلوكون. وفي الظروف الطبيعية التي تنمو فيها معظم النباتات، فإن مستويات ثاني أكسيد الكربون في الهواء هي العامل المحدد الأكثر شيوعًا، عندما تكون هناك كميات وفيرة من الضوء.

التحكم

يمكننا احتبار كل عامل محدد في المعمل على التُعاقب لمعرفة تأثيره الحقيقي على معدل عملية التمثيل الضوئي، ومع ذلك فإن التوازن بين العوامل المحددة المختلفة في معظم النباتات يكون دائم التغير ففي الصباح الباكر تحدد مستويات الضوء المنخفض والحرارة المنخفضة معدل التعثيل الضوئي، وعندما ترتفع مستويات الضوء ودرجة الحرارة، يصبح ثاني أكسيد الكربون هو العامل المحدد وفي النهار الساطع خلال فصل الشتاء، قد تكون درجة الحرارة الباردة هي العامل المحدد لعملية التمثيل الضوئي أكثر من نقص ثاني أكسيد الكربون.

وعلى الرغم من رغيتنا الشديدة، فنحن لا يمكننا التأثير على معدل عملية التمثيل الفوني للنباتات النامية برّيًا، أو في الحقول المزروعة، أو حتى في حدائقنا ولكن عندما يكون معدل التمثيل الضوئي مرتفعًا، ترتفع غلة المحصول أيضًا، لذا يحاول المزارعون التُحكم في هذه العوامل المحددة فهم يزرعون المزيد والمزيد من النباتات تحت الأنفاق البلاستيكية لرفع درجة الحرارة، كما يستخدم المزارعون الشويات الزراعية العملاقة المغلقة تمامًا، حيث يمكن التحكم في جميع العوامل المحددة وصبطها بدقةً، وتحتوي الصوبة الزراعية على آلاف النباتات، وعديد من الأجهزة الحساسة، التي تتُعمل بأجهزة الحاسب الآلي (الكمبيوتر) التي وعديد من الأجهزة الحساسة، التي تتُعمل بأجهزة الحاسب الآلي (الكمبيوتر) التي

تصبط مستويات الضُوء ودرجة العرارة وثاني أكسيد الكربون بصورة مستمرَّة، وهذا يضمن عدم وجود أي عوامل محددة، مما يحقُق مستمرَّة، وهذا يضمن عدم وجود أي عوامل محددة، مما يحقُق مستمرَّة في المستورة التمثيل الضوئي ليلاً ونهازًا.

هل يمكن أن تتم تغذية تلك النباتات دون تَخطيط؟! في صوية زراعية مثل هذه لا يترك شيء للصُّدفة، حيث تنمو النباتات في ماء غني بالعنامدر الغذائية بدلاً من التربة : حتى نضمن عدم وجود عامل يحدد معدل عملية التمثيل الضوئي ومعدل

صناعة معظم الأشياء

لا تستطيع النباتات التحكم في بيئتها الخاصة التي تعيش فيها حتى تضمن حصولها على درجة الحرارة المناسبة أو المستويات النموذجية من الضوء أو ثاني أكسيد الكربون. ومع ذلك فإن النباتات حول العالم قد أظهرت بعض التأفّلم المذي ساعدها على الحياة في معظم الظروف التي تعيش فيها، فأوراق نباتات المُبيّار لا تزيد عن كونها أشواكا دقيقة، وهذا يعني أن الصبار لا يفقد ماءً كثيرًا في حرارة الصحراء، كما توقف الأشواك الحيوانات التي تحاول أكل الصبارات، والأكثر من ذلك تستطيع نباتات الصبار القيام بعملية التمثيل الضوئي بصورة جيدةٍ للغاية

تطفو نباتات مثل زنابق الماء العملاقة هذه فوق سطح الماء، وهي تستطيع النمو حتى حجم هاتل، ولكنها تحتاج إلى أكياس هوائنة خاصة داخلها حتى تستطيغ البقاء المائنة.

بواسطة سيقانها المُتشخَّمة، والنباتات التي تنمو في الظُروف الباردة لديها مشكلة أخرى، فهي تحتاج إلى طبقة شمعية سميكة للغاية تعمل كطبقة عازلة، كما أنها تحتوي على مادة كيميائية خاصة في خلاياًها تحمي الخلية من التجفُّد الذي يزديها ويدمُرها، ويجعلها قادرة على القيام بعملية التمثيل الضوئي في الظروف شديدة البرودة،

فالأوراق المنطاة بشيرات، والأوراق الملتفة، والأوراق صغيرة الحجم، والأوراق العملاقة، والأوراق ذات التغيرات الخاصة في كيمياء التمثيل الضوئي، كلها محاولات للنبات لكي يكون قادرًا على الحياة في الأماكن الصُعبة من العالم.

المنتجات البديلة

تبدأ معظم سَلاسل وشبكات التغذية بنبات مُنتج للغذاء من ثاني أكسيد الكربون والماء باستخدام طاقة الشمس. إلا أنه في الثُلاثين سنة الأخيرة اكتشف العلماء بعضَ الكائنات الحية التي تصنع غذاءها الخاص دونَ الاعتماد نهائيًا على الضوء.

فتحات في الجحيم

في أعماق المحيطات، عند عُمِق يتراوح بين مترين وستة آلاف متر تحت سطح الماء، توجد منطقة أعماق المحيط حيث الماء شديد البرودة، تتراوح حرارته بين درجتين وثلاث درجات مثوية ، والظلام مُطْبق، حيث لا يصل الضبع أبدًا إلى هذه الأعماق، ويصل الضغط الجريّ عند السطح، وفي هذه الأعماق السَّعيقة توجد فتحات ومَداخن عند قاع المحيط تقذف الماء الغني بالمعادن، والسُّموم، والغازات ، كلها على درجة حرارة تصل إلى أكثر من 350 درجة مؤوية ، وترجع شدَّة سُخونة الماء إلى تعرضه للصخور المُنْصيورة في باطن الأرض نفسها. وفي هذه الظروف شديدة القَسْوة ، اكتشف العلماء مستعمرات طويدة من كاثنات حية تعتمد على بعضها البعض للحصول على الغذاء.

كائنات البيئات المتطرفة

لا توجد نباتات في بداية سلاسل التغذية لبيئة أعماق المحيط : نظرًا لعدم قدرتها على تحمُّل الحياة هناك، وبدلاً منها وجد العلماء بكتيريا التمثيل الكيميائي، وهي بكتيريا تستخدم طاقة ليس مصدرها الشمس، ولكنها خُخَزَّنة في مُرَكَّبات كيميائية (خاصة كبريتيد الهيدروجين) في بناء جزيئات غذائية جديدة.

تطورات حديثة ، إخلاميسات من المماج العبيط

في عام 1998 كان العلماء الأمريكيون جون ديلاني ، وديبورا كيلي، وجون باروس، جزءًا من بَعثة علميّة استطاعت لأول مرة استشراج أجزاء من مداخن قاع المحيط ولقد أخذ هؤلاء العلماء عينات من الكاتنات الحية الدقيقة وبدأوا في زراعتها في المعمل. وما زال العمل مستمرًّا . وفي كل رحلة علمية يستخرج العلماء مزيدًا من الأنواع التي لم تُشاهدُ من قبل. وتنمو هذه البكتيريا حول شُقوق ومداخن قاع المحيط بأعداد كبيرة، حتى أنها تكوّن طبقات شاحبة اللون عند القاع . وتتغذى البزُلقات على هذه الطبقات السميكة من النُموات البكتيرية، كما يمكن لعديد من الكاننات الحية الأخرى التغذية على هذه البكتيريا. وتعيش بعض البكتيريا في أصداف بعض الديدان الأنبوبية، وفي الحيوانات الرُخوية مثل بلح البحر، والحيوانات ذات الأصداف، حيث تحصل لنفسها على الحماية وعلى العناصر الغذائية مُقابل توفير الغذاء لهذه الحيوانات. وهناك حيوانات أخرى مثل السرطان الأبيض يتغذى على الحدانات السابقة.

وتعيش هذه الكائنات الحية المُذهبقة في درجات حرارة عالية تدمّر بروتينات الجسم. وظل العلماء لسنوات عديدة يتصوَّرون أن الكائنات الحية التي تعيش في أعماق المحيط لا تحتاج النباتات على وجه الإطلاق، إلا أن الحقيقة كانت غير ذلك، فهي تحتاج النباتات كما يحتاجها أي كائن حي آخر، ولكن بطريقة غير مباشرة. فلكي تحصل البكتيريا التي تعيش حول شقوق أعماق المحيط على الطاقة من كريتيد الهيدروجين لكي تجهز غذاءها، فإنها تحتاج إلى الأكسجين. وهناك كميات هائلة من الأكسجين في مهاه البحار والمحيطات، وكلها تأتي أساسًا من أكسجين الهواء الذي ينتج عن طريق النباتات خلال عملية التمثيل الضوئي.



الظروف عند قاع المحيط قاسية لدرجة لايمكن تصورُها، فهذا الدَّخان الأسود عند قاع المحيط يندفعُ إلى الخارج مُحَمَّلاً بالعناصر الغاائية، التي تتغذَّى عليها بكتيريا التمثيل الكيميائي.

بناء السلسلة الغذائية

تأمّل الغذاء الذي تناولته اليوم. هل أكلت «سندوتش» أم بيتزا أم جساء عدّس أم ثمّرة فاكهة؟ هل تعلم من أين أتى هذا الطعام ؟ مُعْظم الطعام الذي عدّس أم ثمّرة فاكهة؟ هل تعلم من ألباتات، فالمُبْر في «السندوتش» يأتي من القمْع، والسلاطة نباتات متنوعة، والطماطم والبصل والفُلْفل على البيتزا كلها خضراوات، أما العدس في حساء العدس فهو بذور لنبات العدس، وثمرة الفاكهة مصدرها نبات.

وكذلك الصال في الطعام الذي يأتي من الحيوانات، مثل الجبن واللحم والزّيد واللبن، فإن أساسه النباتات، فالحيوانات التي تنتج طعامَنا تتفذى على المشائش والذرة وغيرها من النباتات الأخرى، ثم تحول هذه المواد النباتية إلى أنسجة حيوانية.

وفي النهاية، فإن كل ما نأكله يبدأ من النباتات ومن عملية التمثيل الضوئي. وتتُصل جميع الكائنات الحية ببعضها البعض عن طريق الطعام الذي تأكله. فالرَّوابط البسيطة تمثل السلاسل الغذائية، ويوضِّع ما يلي سلسلةٌ غذائيةٌ عامَّة ويعض الأمثلة:

نیات ہے حیوان ہے حیوان ہے حیوان آخر

اُن ہے اِنسان

مشائش ہے بقرۃ ہے اِنسان

مشائش ہے اُرتب ہے قطب

ثمار الطّبيق ہے فار الحقل ہے منقر

رواد العلم: تشارلز التون

كان ذلك في عشرينيات القرن العشرين، عندما سافر تشارلز إلتون باحث علم الأحياء الشاب بجامعة أكسفورد إلى جزيرة بير المواجهة للساحل الشمالي للنرويج، وتعتبر هذه الجزيرة جزءًا من سهول التندرا القطبية، لذا قام هذا الباحث الشاب برحلاته خلال فصل الصيف حيث تنمو

بعض النباتات التي يمكن ملاحظتها، حيث الجي مُغتدل البُرودة. وفي هذه البيئة القاسية لا يمكن لنباتات عديدة الاحتفاظ بحياتها، لذا في معرفة كيف تشاركت الحيوانات في هذا العدد القليل من النباتات. وتنمو في على الاحتمال، ونباتات شُجِيْرية صغيرة، لذا كان من السهل على التون أن يلاحظ أي الحيوانات التي تتغذى على النباتات، وأيها الميوانات التي تتغذى على النباتات، وأيها التي تتغذى على بعضها، وكانت التعالب وخلال فصل الصيف تتغذى هذه التعالب على الطبية أكبر الكاننات آكلة اللحوم السائدة.



تعتبر جزيرة «بير» من المناطق شديدة البرودة، وهي المكان الذي بدأ فيه تشارلز إلتون ملاحظة ﴿ تفاعلات السلاسل الغذائية .

الرّمل)، وهما طائران يتواجدان فقط في فصل الصيف. وفي المقابل تتغذى الطيور على أرراق وتمار نباتات التندرا، أو على الحشرات آكلة النباتات. ولقد وصف التون الرَّوابط بين النباتات والحشرات والطيور والثعالب كسلسلة غذائية ، كما ذكر أن أول الرابطة في السلسلة الغذائية هو النبات الذي يقتنصُ الطاقة من الشمس خلال عملية التمثيل الضوئي.



نبات --- حشرات قطبية --- طيور الترمجان --- ثعالب قطبية

هذه هي السلسلة الغذائية التي لاحظها إلتون لأول مرة، وما زالت أفكاره مهمُّة حتى اليوم.

المزيد حول السلاسل الغذائية

عندما استنبط تشارلز إلتون كيف تعمل السلاسل الغذائية، فكُر في بعض الأسماء التي تصف الروابط المختلفة في السلسلة، وما زالت هذه الأسماء تستعمل حتى اليوم. وكما عرفنا من قبل أن النباتات تُعرف كمنتجات للغذاء؛ لأنها تكون الغذاء في البداية. وحيث إن الميوانات تأكل النباتات، فهي تعرف كمستهلكات أولية، بينما تُعرف الحيوانات آلكي تتغذى على النباتات بأنها مستهلكات ثانوية، وهكذا. وحيث إن النباتات موجودة في بداية كل سلسلة غذائية، فإن نهايتها سوف يوجد بها كائنات حية تحلّل بقايا الحيوانات والنباتات بعد موتها. ومعظم هذه الكائنات الحية عبارة عن بكتيريا وفطريات، وتعرف باسم مُحلًلات، وهي لا تظهر عادة في السلاسل الغذائية.

كم طول السلسلة الغذائية؟

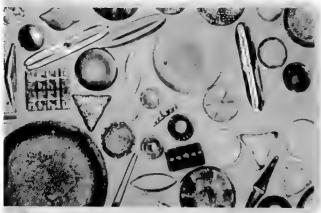
يمكن أن تشمل السلاسل الغذائية نُوعَين فقسط من الكائنسات الحية، وسادرًا ما تشمل أكثر من ستة إلى سبعة أنواع مختلفة من الكائنات الحية. وعندما تتضمن السلسلة الغذائية الإنسان، فإنها تكون قصيرة لأن معظم الغذاء البشري يحتوي على نباتات أو حيوانات آكلة للنباتات، بينما نجد عددًا قليلاً جدًا من الكائنات الحية التي تأكل البشر.

وتتميز بعض السلاسل الغزائية بأنها متخصّصة للغاية، فَنَهابِير التَّيِنُ تعيش وتموت داخل أزهار ونمار نوع نباتي واحد هو أشجار التين، وهي تمثل جزءًا من سلسلة غذائية متخصصة وقصيرة جبًّا. ومن ناحية أخرى، يمكنك أن تجد أمثلةً لسلسلة غذائية مثل النَّموذج التالي في جميع أنحاء العالم:

نبات سے حشرة على طائر صغير على طائر كاسر

السلاسل الغذائية في البحار

بعض السلاسل الغذائية شائعة الآنتشار توجد في تُلْغي سطع الأرض الذي تغطيه البحار والمحيطات إذ تستطيع النباتات النحو في الطُبقة العليا من المحيطات حيث الضوء الوفير. والنباتات الموجودة في مثل هذه الطبقة عبارةً عن كاننات دقيقة تكون مجموعةً من الكاننات تعرف باسم الهائمات النبائية. وهي كاننات صغيرة الحجم، وتستطيع القيام بعملية التمثيل الضوئي، مثلها في ذلك مثل النباتات الأرضية. وتستخدم الهائمات النبائية كميات هائلةً من ثاني أكسيد الكربون من الهواء، وتنتج كميات كبيرة من المواد النبائية. ولحسن الحطُّ توجد في الطبقة نفسها من مياه المحيط كائناتُ دقيقة أخرى تعرف باسم الهائمات الحيوانية، وهي تتغذى على الهائمات النباتية التي تعيش حولها، وبذلك لا تمثل مهاه البحار والمحيطات بالنباتات الدُقيقة الهائمة. وفي المقابل، تمثل الهائمات الحيوانية غذاء لعديد من أنواع الأسماك المختلفة، وتؤكل الأسماك الصغيرة بواسطة الأسماك الكبيرة، وهذه الأخيرة تصبح طعامًا للطيور البحرية وحيوانات الفقمة والدّلافين وأسماك القرش والحيتان وغيرها من الكائنات البحرية.



الهائمات النياتية: صغيرةُ الحجم ولكنها كثيرةُ العدن ، وهِي تنتج معظمُ الغذاء اللازم لدعّم السلاسل الغذائية في البحار والمحيطات.

هل تعلم ...؟

يمكن للسلاسل الغذائية في البحار والمحيطات أن تكون طويلةً. سواةً في عدد الكائنات الحية المشاركة فيها، أو في المسافة التي تقطعها، ويمكن أن تمتد سلسلة غذائية في مياه المحيط لأكثر من عدة آلاف ميل، حيث تنتقل الحيوانات الكبيرة مثل الأسماك والحيتان أثناء بحثها الدّائم عن الغذاء.

المُسْتَهْلكات الأوليّة

قبل أن ينتقل الغذاء المُجهِّرُ بواسطة النباتات إلى داخل السلسلة الغذائية لكي تستهلكه الحيوانات، التي يجب عليها أن تكون قادرة على تناول هذه النباتات وهضمها، وهذا ليس سهلاً كما يبدو لك، فالخلايا النباتية مُحاطة بجدار خلويً مُسلب يتركُب من مادة كيميائية تعرف باسم سيليلون، وهذا يعطي للنبات قوَّة وصلابة، ولكن هذه المادة صعبة الهضم لعديد من الحيوانات، لذا فهي تمثل مشكلة، ويلزم لهضم هذا السيليلوز إنزيم محلًل خاصُ هو السيليولان وحيث إن محلًل خاصُ هو السيليولان وحيث إن محلّم الحيوانات لا تنتج هذا الإنزيم، فإن كلّ المادة الغذائية المفيدة في النبات تُحَجِّرُ داخل الجدار الخلوي، لذا لرَّم على الحيوانات البحث عن وسائل أخرى لتحليل هذا الجدار الخلوي الصلب.

تُعرف المستهلكات الأولية التي لا تتغذى إلا على النباتات باسم الكائنات العشبية، وهناك عدد قليل من المستهلكات الأولية التي تستطيع التُغذية على نباتات وحيوانات، وهذه تعرف باسم القوارت. وهذه الكائنات مهمة المغاية بالنسبة إلى السلاسل الغذائية : لأنها تستطيع هضم النباتات. ولقد طورت كاننات حية مختلفة أساليب عديدة للتغلب على مشكلة هضم غذائها النباتي، وفيعا يلى بعض هذه الأساليب .

الحيوانات العشبية في عالم الحشرات

تعتمد عديد من الحشرات على النباتات في غذائها، وقد تتغلّب بعض هده الحشرات على مشكلة هضم السيليلوز بتجنّبه تمامًا، فمثلاً تتغذى القراشات وأبو دقيق اساسًا على رحيق الأزهار، وهو محلول سكري تصنعه الأزهار لجذب الحشرات لتلقيحها. ولا يحتوي رحيق الأزهار على سيليلوز، وتمثلك الفراشات وأبو دقيقات أجزاء هم متخصصة للفاية، ذات أنبوب طويل مجرّف يعرف بالخرطوم، يمتد إلى حيث تخرّن الزهرة رحيقها وتمتصه. أما نمل العسل فله لسان أنبوبي يستعمله بالأسلوب نفسه.

ويتبع المن مجموعة من الحشرات تشمل الذّباب الأخضر، ويتغذى المن أيضًا على النباتات، ولكن له أسلوب مميزٌ في التغذية. ويتميز المنّ بأن لديه أجزاء فم دقيقة حادة للغاية يغرسها في النبات، وبذلك يمكنه امتصاص المحلول الغذائي السكري من عروق النبات الموجودة في الأوراق والسيقان، وهذا يغني أن المنّ لا يحتاج إلى هضم السيليلون

أما حشرات النمل الأبيض، فإنها تفضُل التغذية على الخشب الذي يتركُب أساسًا من السيليور، لذا تحتاجُ هذه الحشرات إلى إنزيم السيليولار.

ولا تستطيع حشرات النمل الأبيض إنتاج إنزيم السيلياولاز بنفسها، ولكنها تحتوي على كاثنات أولية (حيوانات أولية أو مجهرية) في قناتها الهضمية، تفرز إنزيم السيليلولاز. وتقضمُ حشرات النمل الأبيض قطعًا صغيرة من الخشب وتمضغها بفكوكها القوية وتبلغها، ثم تقوم الحيوانات الأولية في القناة الهضمية بتطيل أجزاء الخشب المنضوعة وتحولها إلى سكريات، ويستغيد النمل الأبيض من هذه السكريات، وكذلك الحيوانات الأولية، وتستغيد الحيوانات بلاولية من النمل الأبيض الذي يهبئ لها مكاناً أمنًا تعيش فيه، وغذاء يصل إليها بمسورة منتظمة، بينما يحصل النمل الأبيض على غذائه المهضوم عن طريق هذه الحيوانات الأولية.



أجزاء فم حشرة أبو دقيق النّمر الكندي دات الذيل الخَطَافِي تأقلمت بصورة جيدة للتغذية على رحيق الأزهار. وعندما تكون الحشرة في رُضْع عدم التغذية، يلتفُّ خرطوبُها الدقيق بطريقة بارعة لتحميه خلال حركاتها الدّائمة.

هل تعلم ... ؟

عندما يعيش كائتان حيّان مختلفان منًا، ويستفيد كل منهما من الآخر، يُطلَقُ على هذه العلاقة تبادُل المنقعة. ومن أمثلة هذه العلاقة الحيوانات الأوليّة التي تعيش في القناة الهضميّة لحشرات النمل الأبيض، والبكتيريا التي تعيش في كرش الخراف (انظر صفحة 22)، وكذلك الفطّو والطّخلب في الأشن.

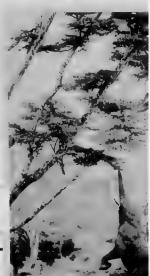
حل الحيوانات الثديية لمشكلة التغذية..

هناك الكثير من الميوانات الذُدييّة المُشْبِيّة، ولكن هذه الحيوانات لا تفرز إنزيم السهليلولاز على وجّه الإطلاق، إلا أنها وجدت عديدًا من الوسائل المختلفة للتغلُّب على مشكلات التغذية على النّبات كمصدر وحيد للطعام.

الفم أولاً

تمتلك عديد من الحيوانات العشبية فما متأقلما بصورة خاصّة, يساعدها على سحّق وتكسير الجدر الخلوية النباتية الصلّلة, فأسنانها الخلفية وهي الضّروس الطاحنة وقبل الطاحنة، تكون كبيرة الحجم عادة، ومسطّحة، وذات تضاريس. وتتحرك فكوك الحيوانات العشبية عادة من جانب إلى جانب، وكذلك من أعلى إلى أسفل، وهذا يجعل الأسنان تسحق الأجزاء النباتية وتطحنها بطريقة جيدة وتقضى الحيوانات العشبية وقتاً طويلاً في مضغ طعامها، وهذا يساعد على تحطيم خلايا النبات.

ثم اللسان ...



وتحتاج الحيرانات العشبية أيضًا إلى قناة هضمية خاصة تساعدها في الحصول على طاقة كافية من غذائها، وتعتمد هذه الحيوانات غالبًا على البكتيريا في جهازها الهضمي لإنتاج إنزيم السيليولاز الذي تحتاجه في تحليل السيليلوز وتحصل البكتيريا على قدر ثابت ومستمرً من الغذاء والدفء والبيئة التي تحميها، بينما يحصل الحيوان الثديي على السكر من المسليلوز، بالإضافة إلى مواد إضافية من محتويات الطليلوز، بالإضافة إلى مواد إضافية من محتويات

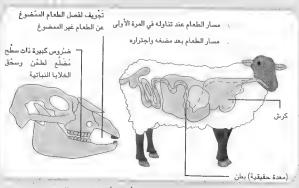
ولبعض الحيوانات مثل الأبقار والخراف منطقة خاصةً في قناتها الهضمية تعيش فيها البكتيريا المحللة للسيليلون وتعرف هذه المنطقة باسم الكرش. وتسمى الحيوانات التي لديها مثل هذه المنطقة في جهازها الهضمي باسم المجترأت.

الأفيال أكبر الحيوانات الثّديية التي تعيش على البوابسة، وتتغذّى أجسامها العملاقة على المواد النبانية

والنباتات التي تأكلها الحيرانات المُجْترة تذهب مباشرة إلى كرش الحيوان حيث يتحلل السيليلوز، ثم يتحرك الغذاء المهضوم جزئيًّا مرة أخرى عائدًا إلى فم الحيوان، حيث يعاد مضغه مرة أخرى؛ حتى يتم تحليلُ الجُدر الخَلوية السيليلوزية تمامًا قبل ابتلاعه إلى المعدة الحقيقية في بطن الحيوان، ويعرف ذلك باسم «المضغ والاجترار».

وهناك حيوانات عُشْبِية أخرى لديها وسائلٌ متعددة لهضم السيليلوز، ففي الأرانب توجد بكتيريا محلُلة للسيليلوز على طول الأمّعاء الغليظة. وعندما يمر الغذاء خلال الجهاز الهضمي يتم هضمهُ جزئيًّا. ويتبرُّز الأرنب كمية كبيرة من الهراز الرُّطب، يأكلها مرة أخرى ويعيد هضمها. وفي هذه المرة يتم امتصاصُ معظم العناصر الغذائية من الطعام، وهنا يتبرز الأرنب كُرات صغيرة من البراز الجاف التي تعرف باسم «ذبُل الأرانب».

ونظرًا لأن هضم السيليلون صعبً للغاية، فإن معظمَ الحيوانات العشبية ذات قناة هضمية طويلة للغاية، وهذا بوفُر لها فرصةً كبيرة لامتصاص أكبر كمية ممكنة من العناصر الغذائية من طعامها. وعلى الرُّغم من جميع عوامل الأقلمة السابقة، فما زالت معظم الحيوانات العشبية تحارب من أجل هضم الكمية الكبيرة من الطعام الذي تأكله، لذا فإنها تنتج كميات كبيرة من الرُّوث الغني بالسيليلون.



الجهاز الهضمي في الخروف متأقلم جيدًا للطعام صعب الهميم.

الروابط داخل السلسلة الغذائية

تتغذى الحيوانات العشبية على النباتات، وهي تستعمل الطاقة التي تحصل عليها من هضم المادة النباتية في بناء أنسجة حيوانية جديدة، ومع ذلك فليست جميع الحيوانات الموجودة في السُّلسلة الغذائية تأكل طعامًا نباتيًّا، فبعضها يأكل حيوانات أخرى، وتُعْرف مثل هذه الحيوانات بالمفترسات، وتعرف الحيوانات المُفترسة التي تأكل حيوانات عشبية بأنها مُستهلكات ثانوية، وكذلك تعرف الحيوانات المفترسة التي تأكل حيوانات مفترسة أخرى بأنها مُسْتَهلكات من الدرجة الثالثة.

وحيث إن الحيوانات المفترسة تأكل حيوانات أخرى، فإنها تحصل على طعام أسهل هضَّمَا بكثير بالمقارنة بالحيوانات العشبية. فالحيوانات ذات أجسام تحتوى على كميات كبيرة من البروتين (خاصة عضلاتها وجلدها)، مع بعض الدّهون والكربوهيدرات. وجميع هذه المكونات يشهل هضمُها في الجهاز الهضمي. وعلى ذلك فإن الحيوانات المتوحشة لا تواجه نفس المشكلة في هضم غذائها بالمقارنة بالحيوانات العشبيَّة، لذا فالغذاء الذي تأكله الحيوانات المفترسة عالى المُحتوى من الطَّاقة، وهذا يجعل الحيوانات المفترسة تقضى وقتًا أقل في التغذية والهضم عن الحيوانات العشبية. وتقضى الحيوانات المفترسة الكثير من وقتها في الرّاحة، وكنتيجة لغذائها سهل الهضم، فجهازها الهضمي عادة ما يكون أقل طولاً، وهي تنتج برازًا أقل نسبيًا، ومع ذلك، ففي الوقت الذي تهضم فيه الحيوانات المفترسة طعامًا سهل الهضم، فإنها يجب أن تبذل قصارى جهدها للبحث عن فرانسها وصيدها.

احصل على طعامك أو لا 1

كثير من الحيوانات آكلات اللحوم مفترسات، ويعنى هذا أنها تقبض على الحيوانات الأخرى وتقتلها، وتسمَّى الحيوانات التي تقتلها بالفرانس، وحيث إن معظم الحيوانات لا ترغب في أن تكون فرائس للحيوانات المفترسة، فإنها تفعل كل ما في وُسْعها لتتجنب ذلك الصيد المهلك. وعلى ذلك فلقد تأقلمت المفترسات في القبض على الفرائس من الحيوانات الأخرى، وإعاقة حركتها، وقتلها. وتعمل الحيوانات في جميع مستويات السلسلة الغذائية على صيد فرائسها لتبقى حية، وعلى قمة كل سلسلة غذائية يوجد حيوان مفترس، عادة ما يكون أكبر كانن! هناك وسائل متعددة تقبض بها المفترسات على فرانسها من الحيوانات الأخرى، مثال ذلك أنيمون البحر، الذي يبدو مسالما وجميل الشكل عادة، إلا أنه حيوان مفترس شديد المراس يستقر أنيمون البحر على الصُخور في قاع البحر ويرسل لوامسه الملوّنة تتموّج مع تيارات الماء، فيبدو كنبات زينة أكثر من كونه حيوانا بحريًا. وعندما تلمس لوامسه ذات المظهر البريء حيوانات الرُوبيان (الجميري)، تلسعها خلايا صغيرة تعرف باسم الحوصلات اللاسعة أو الأكياس السكية وتحتوى بعض هذه الحوصلات على إبر سامة تشلُّ الحيوان عن الحركة،

بينما تُعرَفل خيوط لاصقة أخرى الفريسة التي تحاول الهرب، حتى يسري السم في جسمها وتموت. وهما يدفع حيوان الأنيمون فريسته إلى عمه المفتوح، ويبتلعه، ثم يهضمه بعد ذلك داخل جسه.

جميل لكنه قائل، إنه حيوان أنيمون البحر (تقانق النعمان) الذي يبدو في مظهر محتلف عن كونه مفترسًا، إلا أنه في الحقيقة فاتلً محترف، وله طريقته الخاصة في اقتناص فرائسه.



هل تعلم ...؟

أكثر أسماك الماء العذب ضراوة هي سمكة البيرانها Serrasalmus وسمكة Pygocentrus وسمكة Pygocentrus وترجد هذه الأسماك الصغيرة المفترسة في أنهار أمريكا الجنوبية ، ويستطيع سرب كبير من أسماك البيرانها التهام لحم حيوان كبير في دقائق، تاركا هيكله العظمي عاريًا من اللحم!

مزيد من مفترسات المحيط

هناك حيوان أخر مفترس يعيش في البحار والمحيطات، وهو الحوت القاتل (الأوركا)، ويصل طول هذا الحيوان ذي اللونين الأبيض والأسود الذي ينتمي إلى عائلة الدلافين، إلى نحو عشرة أمنار، ويسبح في أسراب، يتكون كل سرب من 5 حيتان إلى 50 حوتا وتستعمل هذه الحيتان القاتلة صدى الصوت لتقدير المسافات تحت الماء بدقة كبيرة وهذه الحيوانات سباحات ماهرة وسريعة، وذات أسنان مخروطية الشكل تتداخل مع بعضها، تمكنها من القبض على فرانسها سهلة الانزلاق والهوب مثل حيوانات الحبار التي تفضلها كغذاء شهى ولقد جعلت جميع عوامل التأقلم السابقة من الحيتان القاتلة مفترسات بحرية ناجحة.



تعتبرُ العيتانُ القاتلة مفترسات ناجّحةً للغاية، إلا أن أعدَّادُها تتناقص نظرًا لأنها تواجه الكثير من المشكلات، ومِنْها قلّة عدد عَشَائر الحيوانات التي تتغذى عليها.

مفترسات مُجَنَّحة

تصطاد عديد من الطيور حيوانات أخرى وتأكلها، ومعظم هذه الطيور المفترسة عبارةً عن طيور صغيرة الحجم تأكل حشرات صغيرة غالبًا، مثل يرقات الحشرات، والخنافس، والديدان، التي تنتشر في الأراضي العشبية وفي الشُجيرات والغابات حول العالم. وتعتمد هذه الطيور المفترسة على قرة الشع ومنقارها العدبُ القوي في اصطياد فرائسها، وهما أهم عوامل التأقلم التي تحتاج إليها. وهناك طيور أخرى تصطاد فرائسها في الهواه، مثل طائري السّمامة والخطّاف (السّنونو). ويتميز هذان الطائران بالطيران السريع المنخفض والمنقار الواسع العريض الذي يسهّل القبض على الحسرات الصغيرة الطائرة التي يتغذيان عليها.

طيور قاتلة

الطيور المفترسة التي نعرفها جميمًا هي طيور كبيرة الحجم، مثل: النُسور، والمُسور المؤامة، وصقور الباز، والحدأة، والبوم، وصقور العاسوق، وتمثل هذه الطيور نهاية بعض السلاسل الغذائية، ولقد تأقامت جميعها على الطيران بأسلوب خاص مميز يمكنها من ملاحقة فرائسها والقبض عليها، فبعضها لها أجنحة وذيولُ ذات شكل، يجعلها تحوم في الهواء خلال بحثها عن فريسة، وجميعها يمكنها الانقضاض السريع على فرائسها. كما تمتلك هذه الطيور مخالب حادة في قدميها متأقلمة على مهاجمة الفريسة وحملها. وعلاوة على ذلك بساعدها منقارها المقوَّس على تمزيق لحم الفريسة وحملها. وعلاوة على ذلك بساعدها

صيادون طائرون آخرون

ليست جميع المفترسات ذات الأجتمة من الطيور، فخلال الليل، تصطاد الغفافيش نظامًا راداريًّا فائق التطور الغفافيش نظامًا راداريًّا فائق التطور (أو سونار)، مما يسمح لها بالطيران الأمن في الظلام دون أن تصطدم بالأشياء من حولها، كما يمكّنها من أن تجد الفراشات التي تقفدى عليها، ولا تأكل جميع الغفافيش الحشرات، فالخفافيش مصّاصة الدماء تتغذى على دم الماشية وغيرها من الحيوانات الأخرى كبيرة الحجم،

هل تعلم ... ؟

أصغر طائر مُفترس هو الباز الصُغير أسود القدمين الذي يعيش في جنوب شرق آسيا، والباز الصغير أبيض الجبهة الذي يعيش في بورنيو. ويتراوح طول كل طائر منهما بين 14 و15 سنتيمترًا، ويزن نحو 35 جرامًا.

ثدييات صيادة

تتعدد الميوانات الثديية المفترسة من الأنواع الصغيرة مثل حيوان الذّبابة أكل الحشرات، إلى السنانير الكبيرة التي تعيش في أفريقيا وآسيا، وهي تشمل الأسود والنّمور والفهود الصَّيّادة، وكل منها متأقلم بطريقته الخاصّة، وجميع هذه الحيوانات المفترسة ذات أسنان كبيرة وقوية وحادّة لتعضّ بها فريستها، وفكوك قوية تسمع لها بالقيض على الفريسة بشدة، كما أن لها مخالب حادّة، وتستطيع الجزّي بسرعة ويصورة مفاجئة.



ورغم أن النَّمر يصطاد بمفْرده، فإنْ النَّمو يصطاد بمفْرده، فإنْ القهود الصيادة تطارد فريستها في جماعات، يتقدّمها حيوان واحد يتبعه حيوان آخر يطارد الفريسة بسرحة كبيرة. أما الأسبود، فإنها عادة ما تصطاد فرانشها في جماعات تحيط بالفريسة من كل جانب، ويرجع نجاح الحيوان المفترس إلى عديد من العوامل المختلفة، إلا أن النتيجة النهائية عادةً ما تكون طعامًا فيسد جوع بَطْن خان خادةً

هذه الأسود مفترسات نموذجية، فلديها جميع عوامل الأقلمة لتكون على قمة الحيوانات المتوحشة، مثل الأسنان الكبيرة الحادة، والسرعة الكبيرة، والمخالب القوية، والقدرة إ الفائقة على المناورة.

حَيُوانات متوحُشة.. ولكنها ليست مفترسة

تشمل سلاسل وشبكات التغدية بعض الحيوانات المتوحشة أكلات اللحوم، ولكنها ليست مفترسة، فهي لا تصطاد فرائس من الحيوانات الأخرى ولاتقتلها، ولكنها تتغذى عليها فقط ومن هذه المجموعة الحيوانات القمامة التي تتعذى على الحيوانات الأخرى الميتة بصورة طبيعية، أو تلتهم بقايا هذه الحيوانات العبقة التي قتلها حيوان مفترس. ومن هذه الحيوانات القمامة ابن أوى والضباع والنسور التي تلتهم قطع اللحم الصغيرة من على عظام الحيوانات الميتة حتى تجعلها عارية تماماً، وفي بعض الأحيان تتزامل الحيوانات القمامة مع الحيوانات المفترسة، وتتغذى على ما يتبقى منها من طعام. وهناك حيوانات أخرى مثل الذّباب الأزرق، هو أيضًا قمّام، فالحسرة الأنثى حساسة للغاية لرائحة الموت، فأذا وجدت حيوانًا حديث الموت، حطّت عليه ووضعت بيضها، وعندما يفقس البيض عن يرقات، فإذها تتغذى على الحيوان الميت ببشراهة وتنمو حتى تكوّن شرّنقة، ومن هذه الشرائق تخرج حشرات الذباب الكاملة بعد ذلك. وفي زيمبابوي، تستطيع اليرقات وغيرها من الحيوانات للأخرى التهام فيل ميت كامل، لا تترك منه سوى هيكله العظمي في خلال سبعة أيام فقط.

متطفّلات داخل الجسم وخارجه

توجد عديد من الحيوانات حول العالم تعيش خارج أو داخل جسم الحيوانات الحية ونتنق كليم القواد والقمل، فهي الحية ونتنقذى عليها، وتعرف بالمتطفّلات، مثل البراغيث والقواد والقمل، فهي تتطفّل خارج جسم الحيوان وتتقذّى على دمه. ولقد استطاعت هذه الحيوانات التألم على البقاء رغما عن محاولات قتلها أو التخلص منها. فعلى سبيل المثال تستطيع البراغيث القفز لمسافات طويلة، بينما يغرز القراد فكوكه داخل الجلد بحيث يصعب إزالته والتخلصُ منه.

وبعض المتطفلات أكثر مهارةً، فعديد منها مثل الديدان والحيوانات الأولية تعيش داخل جسم الحيوان العائل، فالديدان الشريطية

والديدان الخيطية والأميبا والديدان الكيدية المنظطحة ، كلها يصيب مدى واسمًا من الحيوانات بما فيها الإنسان، ويسبب عديد منها أمراضًا خطيرة مثل الملاريا ومرض التُّوم الذي يقتل أو يضعف مَلايين مَن البشر كل عام.

> الدُّورة الشريطيَّة ذات خطاطيف ومَمَضَّات تمكنها من التعلَّق بالقناة الهضمية للإنسان. ويحميها غطاؤها الخارجيّ من الأحماض الموجودة في البهاز الهضمي للعائل، وفي الوقت نفسه يسمح لها بامتصاص الغذاء المهضوم.



أخصُلْ عليْه كلّه

تأكل الحيوانات المُشْبِية النباتات، وتأكل الحيوانات المفترسة غيرها من الحيوانات الأخرى، ولقد تأقلمت الأسنان والجهاز الهضمي في هذه الحيوانات على ما تأكله من طعام. وهناك عديد من الحيوانات التي تأكل كلاً من الحيوانات والنباتات، وغالبًا ما تفعل ذلك عن طريق الصَّدفة، فعندما تملأ البقرة فمَها بالحشائش لتأكلها، فمن المؤكّد وجود حشرات صغيرة وحيوانات أخرى على ثعب أرنبًا ويأكله، فمعدة الأرنب سوف تكون مَسْلوءة بالنباتات المهضومة تعلى أرنبًا ويأكله، فمعدة الأرنب سوف تكون مَسْلوءة بالنباتات المهضومة تمامًا أو جزئيًا، وسوف توجد هذه النباتات في معدة الثعلب. وعلى الرغم من ذلك فما ذلك الحيانات تتعمد المنابقة تسمى حيوانات عشبية وحيوانات متوحَشة (أكلات لحوانات تتعمد العقوية، فهي تأكل كلُّ شيء.

ويعتبر الإنسانُ ويعض القُرود من الحيوانات القارِتة طبيعيًا، وكذلك الغنازير. إلا أن الحيوان القارت يواجه مشكلة حقيقية، فالغذاء الحيواني يمكن هضمه بسهولة، بعكس المواد النباتية، إذ لا يستطيع هضمها. ولا يساعد نوع الأسنان المجهزة جيدًا للغذاء النباتي في أكل اللحم، لذا استطاعت هذه الحيوانات الموسولُ إلى حل وَسط، فلديها جهاز هضمي أطول كثيرًا من الجهاز الهضمي في الحيوانات المسهية، كما أن هذه الحيوانات العشبية، كما أن هذه الحيوانات القشية، كما أن هذه الحيوانات القرية لديها أسنانٌ حادًة وقوية بدرجة أكبر من أسنان الحيوانات القارتة المديرة أفضل من أكلات اللحوم سحّقً الطعام ومضّعة بصورة أفضل من أكلات اللحوم

يعتبر الإنسان من الكائنات القارتة. وهذا يغني أننا نستطيع أن نأكل كمًّا متنوعًا من الأطعمة.



نهاية السلسلة

تحصل الكائنات الحية على أشياء من البيئة طوال الوقت، فالنباتات تمتصُّ العناصر الغذائية من التُربة، وهذه تمرُّ على طول السُّلاسل الغذائية داخل الحيوانات. فإذا كان ذلك يتمُّ من خلال نظام ذي اتجاه واحد، فإن المصادر الطبيعية الموجودة في الأرض سُرَعان ما ستنفُ تمامًا. وفي الواقع، فإن العناصر التي تبقى في أجسام النباتات والحيوانات كلها تعود مرةً أخرى إلى التربة عندما تموت هذه الكائنات، وتتحلُّل أجسامها بواسطة مجموعة من الكائنات، الحية،



آ هذه الشجرة الميتة تتحلل ببطء بواسطة الكائنات المحللة التي تتغذى عليها، ويدون هذه الفطريات والبكتيريا سوف يصبح العالم مغطى ببقايا الكائنات الحية المتحللة.

تعرف بالمُحلِّلات. وتوجد الكائنات المحللة في نهاية كل سلسلة غذائية، وهي عبارة عن كإثنات حيَّة دقيقة

مثل البكتيريا والفِطْريات، تتغذى على بقايا الكائذات الحية المتحللة، حيث تعود نواتج التحلل من العناصر الغذائية إلى التربة. وعندما نقول إن شيئًا ما تعفُّن ، فهذا معناه أنه تحلُّل وهُضِمَ براسطة هذه الكائنات المحللة.

هل تعلم . . ؟

تستعمل الكاننات المحلِّلة في محطات الصدوف الصحى لتحليل الكميات الهائلة من مُخلُّفات الإنسان المنتجة يوميًّا، ويمساعدة هذه الكائنات يمكن لمحطة كبيرة للصرف الصحى معالجة أكثر من 800 مليون لتر (176 مليون جالون) من المخلفات يوميًّا!

كُعْبِة الأرقام

تتصل النباتات والحيوانات التي تعيش في المُوَّمَّن نفسه مع بعضها البعض عن طريق سلاسل التغذية، وربما توضع لنا سلسلة غذائية بسيطة أن الأرانب تأكل الأعشاب، والثعالب تأكل الأرانب، لكنها لا تذكر كُمَّ عدد الأرانب الموجودة، وكم عدد الثعالب، ويكل تأكيد لن تذكر لنا هذه السلسلة الغذائية البسيطة كم عدد أوراق الأعشاب اللازمة لتغذية الأرانب.

وعندما نقترب برؤيتنا قليلاً، فسوف يمكننا أن نعرف أن الأرانب تستهلك آلافًا من النباتات العشبية لكي تتغذى عليها أعدادٌ قليلة منها، وجميع هذه الأرانب سوف تكون طعامًا لثعلب واحد. وهذا ما يحدث فعلاً في عديد من سلاسل مهام عليه من الكائنات

> عشب حارانب تعلب الملب ارانب عشب

هائمات نباتية على حيوانات قشرية على حوت أزرق

حوت أزرق حيوانات قشرية هائمان نباتية

المنتجة للغذاء، التي توفّر الطعام لعدد قليل من الكائنات المُستَهْلِكة الأولية، والتي توفر بدورها الطعام لعدد أقل من الكائنات المستهلكة الثانوية.

وبالاعتماد على هذه النظرية، يمكننا تصميم رسم توضيحي مُبَسَّط يطلقُ عليه اسم «هَرم الأعداد»، وهو يوضح لنا عدد الكائنات الحية في كل مستوى من مستويات السلسلة الغذائية، حيث تكون الكائنات المنتجة للغذاء عند القاعدة، ويكون أعلى مستوى للكائنات المستهاكة للغذاء عند القمة.

> عديدٌ من سلاسل الغذاء يمكن أن توضّع لنا هرمَ الأعداد.

عندما لا تفيد الأرقام

إن المشكلة الكبرى التي تواجه أهرامات الأعداد أنها ليست صالحة للتعبير عن جميع سلاسل التغذية المختلفة، انظر مثلاً إلى شجرة بلُّوط، فإن نباتًا واحدًا مثل هذه الشجرة يغنُي عددًا هائلاً من اليَرقات والحشرات، والتي - بالمقابل -تغذى عددًا أقل من الطيور، وهذا يجعل شكل الهرم الغذائي شديد الغُرابة.

ولكي نتغلب على هذه المشكلة، طوِّر العلماء وسيلة أكثر واقعيّة للنظر إلى سلاسل الغذاء، فبدلاً من النظر إلى أعداد الكائنات الحية المشاركة في هذه السلسلة، ركّزوا اهتمامُهم على كمية المادة الحية - التي تعرف باسم الكُتلة الحيويّة - في كل مرحلة من مراحل السلسلة الغذائية. ومن المثير للاهتمام أن تعرف كم قيمة الكتلة الحيوية التي تصنعها النباتات، والتي تتحول فعلاً إلى حيوانات عشبية، وكمية الكتلة الحيوية من هذه الحيوانات العشبية التي تتحول

إلى حيوانات مفترسة. ويمكن رسمُ هذه الكمية في كل مرحلة من مراحل السلسلة الغذاتية بمقياسِ رسم لنحصل على «هرم الكتلة العبوية»،

تعطينا أهرامات الكتلة الحيوية صورة أكثر واقعية لما يحدث في السلسلة الغذائية.

مرم الأعداد

طيور

يرقات

شجرة

هرم الكتلة الحيوية

طيور

يرقات

شمرة

وعادة ما تكون كمية المادة الحية في كل مرحلة من مراحل السلسلة الغذائية أقلّ منها في المرحلة السابقة لها، حيث لا تُؤُكل جميم الكائنات الحية في مرحلة ما بواسطة الكائنات المية الموجودة في المرحلة التالية. والأكثر من ذلك، عندما يأكل حيوان عشبي نباتًا، فإن كُمية كبيرة من الكتلة الحيوية من النبأت تستخدم في توفير الطاقة اللازمة لحياة هذا الحيوان العشبي (مثل المركة والنمو والتكاثر والاحتفاظ بحرارة الحسم) أو تمر خارجةً من جسمه كمخلفات. وهكذا فإن الكتلة الحيوية التي يتم تحويلها إلى الحيوان العشبي يمكن أن تتحول إلى الحيوان المفترس في المرجلة التالية. وهكذا في المراحل الغذائية التالية، ويذلك فإن الكمية الكبيرة من الكتلة الحيوية النباتية تدعُّم كمية أقل من الكتلة الحيوية للحيوانات العشبية، وتدعم بالتالي كمية أقل من الكتلة الحيوية للحيوان المفترس.

تدفُّق الطاقة

تعطينا أهرامات الكتلة الحيوية فكرة أكثر وضوحًا عما يحدث في العالم الطبيعي بالمقارنة بأهرامات الأعداد، إلا أن أهرامات الكتلة الحيوية لها حدودها القَضُوى، فعلى سبيل المثال إذا أخذنا عينةً من مياه القَنال الإنجليزي وخُلُك، وأظهرت نتيجة التحليل أن الكتلة الحيوية للحيوانات الدقيقة - الهائمات الحيوانية - أكبر من الكتلة الحيوية للنباتات الدقيقة -الهائمات النباتية - فهذه النتيجة لن تكون منطقية، فلا يمكن وجود مادة حيوانية أكبر من النباتات التي تتغذى عليها.

تأثيرالوقت

تكمن المشكلة السابقة في أن العينة قد أُخذت في لحظة معينة من الوقت. تصور أنك تنظر إلى حديقة خضراء ناضرة، حيث تبدو الأعشاب قصيرة وتكون كتلة حيوية قليلة جدًّا، ولكنك إذا نهبت ونظرت إلى كومة من المخلفات النباتية التي تم جمعها من جُرُ الأعشاب وتسويتها، فإنك سوف ترى الكمية الهائلة من العشب التي كانت نامية، والتي يتم جزُها بصورة دوريّة. وهذا ما حدث فعلاً في الهائمات النباتية الموجودة في عينة مياه القنال الإنجليزي، فهي تنمو بسرعة كبيرة للغاية بالمقارنة بالهائمات الحيوانية، ولكنها تؤكل بسرعة أيضًا؛ ولذا تظهر كتلتها الحيوية أقل في لحظة ما من الوقت.

ولا يمكن لأهرامات الكتلة الحيوية أن تعطينا جميع المعلومات التي نحتاج اليها لفهم مثل هذا النظام المُعقّد، ففي عام 1942 قرر العالم الأمريكي رايموند ليندمان أن يفحص بعناية الطاقة الكلية المتدفّقة خلال نظام بيئي ما، وتم ذلك على مدار زمني كاف حتى يحصل على صورة واقعيّة لتدفق الطاقة عَبْرُ جميع الكائنات العدة.

هل تعلم . . ؟

كلما كانت مراحل السلسلة الغذائية قليلة، كانت الطاقة المفقودة أقل. ففي كل مرُحلة نعبرُها، مثل تغذية الحيوانات العشبية على النباتات، ثم أكل هذه الحيوانات بواسطة الحيوانات المفترسة، تقلُّ كمية الكتلة الحيوية المتاحة، ويعني هذا قلة الغذاء والطاقة التي يمكن توزيعها وإذا افترضنا نظريًا أن كل كائن على سطح الأرض تناول طعامًا نباتيًّا فقط، فسوف يكون هناك فائضٌ كبير من الطعام.

رواد العلم: رايموند ليندمان

عمل رايموند ليندمان بجامعة مينسوتا بالولايات المتحدة، حيث طوّر نموذجًا يوضح طريقة تدفّق الطاقة خلال الكائنات الحية في النظام البيئي، ويعتمد على العلاقات الغذائية، ولقد عرفت مُقْتَرحاته تحت اسم النموذج الغذائي دائم التغير . ويحتوى المستوى الغذائي الأول على نباتات، والمستوى الغذائي الثاني على حيوانات عشبية، والمستوى الغذائي الثالث على حيوانات متوحشة، وهكذا. ولقد أخذ ليندمان في الاعتبار الطاقة المفقودة خلال التُّنفس، وعوامل الحياة ، والإخراج ، وتعتبر الميزة الكبيرة في نموذج ليندمان أنه أخذ النظام البيئي بكامله بعين الاعتبار.

> ولقد أوضح ليندمان أن هناك حُدودًا لعدد مستويات التغذية في النظام البيئي، وعادة ما تكون هذه المستويات ثالاثة، ولكنها في الواقع قد تكون أكثر من أربعة أو خمسة؛ نظرًا لأن هناك حدودًا لكمية الطاقة التي تمر من مستوى إلى المستوى التالى له. كما أن نقل الطاقة لا يتم بفاعلية كبيرة، فعادة ما يتحول حوالي10% فقط من الطاقة الموجودة في النباتات إلى مادة حيوانية جديدة في الحيوانات العشبية، وحوالي 10% من الطاقة الموجودة في الحيوانات العشبية إلى مادة حيوانية للحيوانات المفترسة، وهكذا. ويرجع السَّبب في ذلك إلى أن 90% من الطاقة المأخوذة في كل مرحلة تُفقد خلال التنفس والاحتفاظ بحرارة الجسم وإنتاج الفضلات وغير ذلك. وهذا يوضّع - على سبيل المثال . كيف أن الحوت القاتل يقف على قمّة سلسلة الغذاء، فليس له مفترسات تهدُّده، ويرجع ذلك إلى أن الحيوان الذي يجب أن يكون كبيرًا بدرجة كافية تسمح له بالقبض على الحوت القاتل وقتله ، يجب أيضًا أن يبدد طاقة كبيرة في الصيد، ولا يمكن له أن يجد طعامًا كافيًا من الناحية العِملية لكى يبقى حيًّا. وتبدو أهرامات الطاقة معقَّدة للغاية، إلا أننا نحصل على الصورة الصحيحة لتدفق الطاقة من خلال دراسة النظام

البيئي.



أعطى ليندمان صورة واقعية لكيفية تفاعل الكائنات الحية مع الوقت، وما زالت صحيحةً حتى الآن.

شبكات التغذية

إن دراسة السلاسل الغذائية جعلتنا أكثر إدراكًا، ومن السهل فهم نموذج من هذه السلاسل. ويمكنك التأمل في جميع الكاننات الحية في بيئة ما، أغذًا في الاعتبار المراحل الإجمالية في السلاسل الغذائية المختلفة. ومع ذلك، وفي معظم الظروف.. فإن هذه الصورة بسيطة للغاية. فهناك حيوانات قليلة جدًّا تأكل طعامًا واحدًا، فعثلاً يعيش دُبُ الباندا على البامبو، ودب الكوالا على أوراق شجرة الأركاليبتوس، إلا أن هذه الأمثلة نادرة. وتتغذى معظم الحيوانات على أطعمة مختلفة كثيرة ، فالغثران تأكل الأعشاب والبدور والثمار وجذور النباتات، بينما تأكل الثعالب الفئران والأرانب والحملان الميتة وفئران الحقل والخذافس، أما الدبية القطبية فهي تأكل حيوانات الفقية ومتداخلة ، تتكون كل منها من سلاسل غذائية مختلفة غذائية معقدة ومتداخلة ، تتكون كل منها من سلاسل غذائية مختلفة عديدة، وتشاركها بعض الكائنات الحية الشائعة.

توازن النظام الغذائي

في بعض الحالات، عندما تكون سلسلة الغذاء بسيطة، مثال ذلك تغذية دب باندا عملاق على نباتات الهاميو بصورة أساسية، فإن توازن النظام البيئي يصبح سهل التدمير، فالدب البالغ يحتاج إلى تناول من 12 إلى 18 كيلوجرامًا كولوجرامًا حرومًا من نباتات الهامبو يوميًّا، فإذا تعرضت نباتات الهامبو لأي مؤثر خارجي، فإن دب الهاندا سيواجه مشكلة حقيقية. وفي الواقع، فإن غابات البامبو التي تنمو على مساحات شاسعة تنضيح كلها في وقت واحد، وتعطي أزهارها، ثم تموت كلها في الوقت نفسه ؛ مما يعني أنه على دبب الهاندا البحث عن موقع آخر تجد فيه نباتات بامبو ما زالت نامية. والمشكلة الكبرى أن المواطن الطبيعية التي تعيش فيها دبب الباندا قد اختفت في أماكن كثيرة، ولم تعد هناك غابات البامبو التي يمكن أن تهاجر إليها هذه الحيوانات لتتغذى، وتبقى فيها آمنةً.

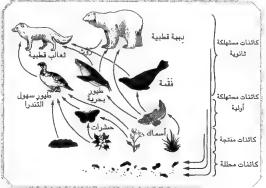
وتأكل معظم الحيوانات العشبية أنواعًا مختلفة من النباتات، فإذا قلَّ عدد نوع ما من هذه النباتات، أكل هذا النوع مزيدًا من الأنواع الأخرى. وعندما تكون العيوانات جزءًا من شبكة غذائية، لا سلسلة غذائية، فإنها سوف تكون أسعد حظًا في البقاء والتأقلم على التغيرات التي تحدث في الظروف المحيطة بها.

رواد العلم ، تشارلز التون مرة أخرىا

إن عالم الأحياء البريطاني الشاب تشارلز إلتون لم يقتصر دُورُه على اقتراح فكرة سلاسا الغذاء التي اعتمد فيها على ملاحظاته في جزيرة بير (انظر صفحة 17)، بل طور اقتراحه الذي اعتمد فيه على السلسلة الغذائية نظرة مبسطة للغاية عما يجري حقيقة، ولقد راقب إلتون نظرًا لكرنها نظرة مبسطة للغاية عما يجري حقيقة، ولقد راقب إلتون الثعالب القطبية التي تتغذى على مدى واسع من الحيوانات الموجودة على المبتاء عندما يصبح الغذاء نادرًا، تأكل الثعالب القطبية الأجزاء المتبقية من حيوانات الفقمة التي اصطادتها حيوانات مفترسة أخرى مثل الدب القطبي، ولقد شاهد إلتون الحيوانات العشبية تأكل مدّى واسعًا من النباتات المختلفة، ولقد درس واقترح من خلال ملاحظاته ما يعرف باسم «شبكة التغذية». وقد درس تشارلز إلتون العلاقات بين البيئة والكائذات الحية، والتي يمكن أن نظلق

علیها اسم بیئة جزیرة بیر

شبكة غذائية مثل هذه اقترحها تشاران إلتون في عشرينيات القرن العشرين ما زالت مُبسَّطة للوضع الطقيع، واكتبه تعطينا صورة جيدة وسريعة عن أسلوب الكائنات الحية وتداخلها مع بعضها البعض على جزيرة ببر.



شبكات الحياة

أين تجد شبكات الغذاء؟ الإجابة: في أي مكان وفي كل مكان، من الصحاري إلى مُنْحَدَرات الجِبال، ومن الغابات الاستوائية المطيرة إلى الغابات المُعتدلة، ومن تلال الرَّمال إلى البرك الصَّخرية، ومن الصحاري القطبية إلى أعماق المحيط، ففي هذه البيئات المختلفة تعيش الكائنات الحية وتتغذى على بعضها البعض.

شبكة الغذاء في القطب الجنوبي

قد يبدو القطب الجنوبي (Antarctic) مكانًا تصْعُبُ فيه الحياة، إلا أنه في الحقيقة يعجُّ بالحياة، فمياه المحيط، بل والثلج نفسه، مملوء بالهائمات النباتية مثل البكتيريا والكائنات الأولية، التي تصبح طعامًا للهائمات الحيوانية والحيوانات القشرية. والحيوانات القشرية عبارة عن حيوانات تشبه الرُّوبيان (الجمبري)، وهي مصدر الغذاء الرئيسي لبقية الشبكة الغذائية. ولقد تم تقدير الهائمات النباتية في القطب الجنوبي التي توفر الغذاء بنحو 750 إلى 1,350 مليون طُنُ من الحيوانات القشرية سنويًّا. ويأكل هذه الحيوانات القشرية مدى عريض من الحيوانات، تتراوح بين حيتان البالين العملاقة مثل الحوت الأزرق والحوت الأحدب ، وحيوانات الحبَّار والأسماك والأخطبوطات والسَّرطانات والميوانات الرَّخوية. وتأتى بعد ذلك الحيتان ذات الأسنان، وطيور البطريق،

وحيوانات الفقمة والطيور مثل القطرس والبطريق كمستهلكات

حيوانات قشرية بالغة في القطب الجنوبي، يصل طولها إلى نحو 6 سنتيمترات (2.4 بوصة) وتزن الواحدة منها جرامًا واحدًا تقريبًا (0.04 أوقية). وعلى الرُّغم من صغر هذه الحيوانات، إلا أنها تعتبر جُزُءًا حيويًا مهمًّا في شبكة غذاء القطب الجنوبي.

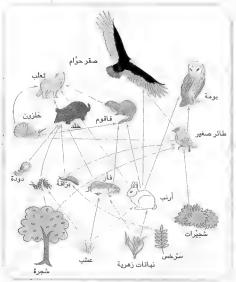


شبكة قريبة منا

معظمنا لم يقم بريارة القطب الجنوبي، إلا أن هناك شبكات غذائية أخرى حولتنا أينما ذهبنا. فإن جولة سريعة في غابة محلية أو مُتَزَره، أو حتى في حديقتنا المنزلية، سوف تأخذك إلى مُنتصف شبكة غذائية غنية، شأنها في ذلك شأن أي شبكة أخرى مرجودة في القطب الجنوبي، وسوف تشاهد أشياء أكثر بساطة وعلى نطاق أصغر. فالكائنات المنتجة للغذاء في هذه الشبكة الغذائية عبارة عن أعشاب وأشجار وشجيرات ونباتات زهرية، بينما تمثل الحشرات والبزاقات والطروبات وحشرات إبرة العجوز وغيرها من الأفات الصغيرة الأخرى، وكذلك الطيور والفثران وفتران الحقل والأرانب، مُستَهلكات الغذاء الأولية. وتتحوّل هذه الحيوانات في المقابل إلى طعام للطيور الكبيرة مثل طيور العقدق أو أيّ من الطيور الجارحة، وكذلك الثعالب والمنك وحيوانات القاقم الأوربية وأبناء عُرس، وبعض

هـذه العيوانات المتوحشة ذات الحجم الكبير مثل الثعالب والطيور الجارحة الكبيرة ، الجارحة الكبيرة ، الحيوانات المتوحشة صغيرة الحجم متى سمحت لها الطروف.

أيًا كانت التُفاصيل، فإن شبكة التغذية متشابهة للغاية مع هذه الموضّحة بالرسم، والتي تشاهدها أينما ذهبت.



مجتمعات وعشائر

إن معرفة العلاقات الغذائية (سلاسل وشبكات تغنية) بين الأنّماط المختلفة للكائنات الحيّة في مُوّطن ما لبيئة معينة، ليس كافيًا ليجعلنا نفهم ماذا يحدث هناك. فالحيوانات والنباتات تعيش في مجموعات من نفس الأنواع، وتتغذَّى وتتكاثر مع بعضها البعض. ويطلق على هذه المجموعات اسم عَشائر، مثال ذلك الضفادع التي تعيش في بِرُكة صغيرة محليّة. ولكل بركة عشيرتها الخاصة من الضفادع التي تعيش في بِرُكة صغيرة محليّة. ولكل بركة عشيرتها الخاصة من الضفادع التي تعيش فيها، تأكل الحشرات، وتنتج صغارها من حيوانات «أبو

وفي كل موطن، توجد أعداد هائلة من عشائر أنماط مختلفة من الكائنات الحية، فالبركة تحتوي أيضًا على عشيرة من الأسّماك، وتنمو على حوافها عشيرة من الأعشاب ، وهناك أيضًا عشائر من الخنافس المائية والطفيليات، وبعض الأنماط الأخرى من النباتات والحيوانات. ويطلق على جميع هذه العشائر اسم مُجتّمَع. ولكي نفهم كيف تتداخل هذه الكائنات الحية مع بعضها البعض، نحتاج إلى أن نفهم الوسيلة التي تربط العشائر المختلفة ببعضها داخل المجتمع.



حُشِية فراشك مثال المجتمع،
فهي مملوءة بعشائر من
أكاروسات التُراب، والبكتيريا،
والفطريات، وتتفذى جميع
مندة الكائنات على ملايا
الجلد المبت التي تتساقط
منك كل ليلة، وهذه الكائنات
العُمرة من شبكة غذائية تبدأ من
العُمام الذي تأكله.

تغيّرات العشيرة

درس العلماء أعداد الحيوانات والنباتات في مجتمع ، وراقبوا كَيفَيْهُ تغيرها، ووجدوا أن الأعداد تزداد عندما يولد جيل جديد، أو تتحرك كائنات جديدة بعيدًا عن الكائن الأصلي بعد موته، أو عند انتشارها في أماكن أخرى بعيدة، وعندما تكون العشيرة متوازنة، تكون أعداد الأفراد القادمة والأفراد الذاهبة مُتوازِنةً بدرجة محدودة أو كبيرة، حيث يبْقَى عدد أفراد العشيرة ثابتًا، إلا أن جميع العوامل المؤثّرة على حجّم العشيرة يمكنها أن تؤثّر بالتالي على سلاسلٍ وشبكات الغذاء في المجتمم.

التنافس من أجل البقاء

توثر كمية الغذاء المتاحة، والأمراض، ودخول مُفتَرسات جديدة في المنطقة، على أعداد العشيرة، كما يلعب التنافس بين الأنواع دورًا كبيرًا في ذلك. وعندما يكون هناك تنافس كبير على الغذاء المتاح، فسوف تستطيع بعض أنواع الحيوانات المنافسة بصورة أفضل من غيرها من الأنواع الأخرى، وهذا يرديي إلى زيادة أعداد عشيرة النوع الفائز بمعظم الغذاء المتاح، بينما تقل أعداد عشائر الأنواع الأخرى الخاسرة، وعندما تكون هناك كمية كبيرة من الأنواع المختلفة من الحيوانات، تتنافس كلها على الغذاء، فلن يكون لدى أحدها الفرصة لنمو أفضل ولا لزيادة أفراد عشيرته.

وليست الحيوانات فقط هي التي تواجه المنافسة، فالنباتات تتنافس فيما بينها هي الأخرى ، سَواءً على الضوء أو المكان أو الماء أو العناصر الغذائية، وهذا يؤثر على كيفية نموها ووصولها إلى أحجام كبيرة، ويؤثر أيضًا على عدد البذور التي تكونها.

وعندما تزداد أعداد عشيرة أحد أنواع الكائنات الحية في شبكة غذائية أو تقل، فإن العشائر الأخرى في المجتمع سوف تتأثر. ونظرًا لوجود كمية محدودة من الغذاء والمكان في منطقة ما، فإن زيادةً مجموعة من الحيوانات تعني زيادة احتياجاتها من الغذاء والمكان، وهذا يترك غذاءً ومكانًا أقلً للحيوانات الأخرى في المجتمع.

روابط أقرب مما تتصوّر

لعله من السهل عليك الآن أن تدرك كيف يؤدي أي تَغَيِّر في عشيرة ما داخل سلسلة غذائية بسيطة إلى التأثير على العشائر الأخرى الموجودة في نفس السلسلة الغذائية، فإذا ماتت شجرة الأوكاليبتوس، فإن دببَ الكوالا التي تعتمد عليها في غذائها ربما تموت هي الأخرى.

ولكننا كما شاهدنا من قبل، فإن شبكات الغذاء أكثر تعقيدًا، فمعظم الحيوانات
تأكل مدّى واسعًا من النباتات المختلفة، وكذلك تأكل معظم الحيوانات المفترسة
حيوانات متنوعة، وعلى ذلك فإن العُلاقات بين الحيوانات المفترسة وفرائسها قد
لا تكون بسيطة مكذا كما نراها، فعلى سبيل المثال، أظهرت بعض الدراسات التي
أُجْريت في كندا على عُشائر الأرانب البرية ذات الأقدام الكبيرة وحيوانات الوَشَق
المفترسة، نتائج على صورة رسم بياني يشبه تمامًا العلاقة بين الثعاب وطيور
طائر الطيهوج في أسفل الصفحة. ويظهر في هذا الرسم أن الزيادة والنُقصان في عشيرة
طائر الطيهوج و مشيرة الأرانب البرية تظهر مرتبطة بمثيلتها من الحيوانات في
أستراناه

تجارب نموذجية

التوازن بين طائر الطيهوج والثعلب في مُسْتَنْقَعات الطيهوج الأسكتلندية

عادة ما ترتبط أعداد الحيوانات المفترسة وفرائسها في مجتمع ما ارتباطًا كبيرًا، وهذا يمكن ملاحظتُه بوضوح عند النَّظر إلى طيور الطيهوج والثعالب في منطقة مستنقعات، وكيف أن أعداد كل نوع منهما تتغير مع الوقت دون تدخُّل البشر، والمثال البسيط لهذا الارتباط عندما تتوافر كُمية كبيرة من الغذاء النباتي، حيث تزداد أعداد طيور الطيهوج، وهذا يغني زيادة

الطعام المتاح للثعالب، مما يتيح الفرصة لبقاء صغار الثعالب حيّة، وتزداد أعداد الثعالب هي الأخرى، إلا أن الثعالب الكثيرة تأكل مزيدًا أعداد هذه الطيور، ويذلك تتناقص أعداد هذه الطيور، ويقل الطعام هذه الثعالب، وتنخفض أعداد هذه الثعالب وتنخفض أعداد النعالب ثانية ، ويلاحظ هذا النعالب ثانية ، ويلاحظ هذا النعالب ثانية ، ويلاحظ هذا مجتمعات العالم.



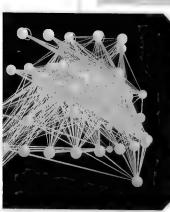
تختلف أعداد الثعالب رطيور الطيهوج في مجتمع ما على مدار السنة، ولكنها تظل مرتبطة مم بعضها في عُلاقةً بيانية.

وقد أوضح العلماء أن أعداد الأرانب البرية ذات الأقدام الكبيرة تؤثر على أعداد حيّوانات الوشّق المفترسة، حيث تزداد عشيرة الأرانب وتقلُّ بالطريقة نفسها في المواطن التي لا يوجد بها حيوانات الوشق: حيث تؤثّر التغيرات في حالة الطُّقْس، وعشائر الأفات الحشرية، والطُّفيليات، على توفير الغذاء وعلى صحَّة هذه الأرانب، وهكذا تزداد العشيرة وتقل دونَ أيِّ تدخُّل من الحيوانات المفترسة.

وما زال أمامنا الكثير لنتعلمه حول شبكات التغذية، وتجرى الأبحاثُ حول العمال المامنا في فهم المزيد حول وسائل تفاعل النباتات والحيوانات مع بعضها البعض.

رواد العلم : د. نيو مارتينز

يعمل د. نيو مارتينز مع فريقه العلمي في جامعة كاليفورنيا - بيركلي بالولايات المتحدة، وكذلك في معمل جبل رُوكي لأبحاث علوم الحياة بالولايات المتحدة، ولقد قضى مارتينز سنوات طويلةً في دراسة شبكات التغذية من أنماط مختلفة، وفي أماكن متعددة، ولقد صمَّم مارتينز وفريقه البحثي تصميمات مدهشة باستخدام الحاسب (الكمبيوتر) لشبكات التغذية، استعملوها في إثبات أن معظمَ الأنواع في مجتمع ما مرتبطة مع بعضها بروابط وثيقة. وفي الحقيقة، فإن معظم الأنواع التي تمَّت دراستها في كثير من المواطن قد انفصلت فقط برابطتين في السلسلة الغذائية، وهذا يعنى أنه إذا غاب نوعٌ واحد من النباتات أو الحيوانات، فإنه يمكن أن يوثر على الكائنات الحية الأخرى في المجتمع بالطريقة نفسها وقد يكون لكل من الانقراض وفقد التنوع الحيوي تأثيرات كبيرة للغاية على مجتمع الحيوانات والنباتات، أكثر مما يمكن لأي منا تخيله.



يمكن أن تؤذي التصميمات المذهشة للشبكات الغذائية التي قام بها نيو مارتينز وفريقه العلمي إلى المساعدة في تغيير أسلوينا في فهم العالم من حؤلنا، وتمثل كل كُرة نوعًا من أنواع الكائنات الحية، وتمثل كل رابطة عَلاقةً عَذائيةً.

دُوْرات الحياة

تستطيع النباتات تجهيز غذائها بنفسها، فهي تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الهواء، والماء من التُّربة، وتستخدم الطاقة من الشمس لتحوُلها إلى سُكريات بسيطة ، إلا أن هذه السكريات البسيطة ليست كافيةً للنباتات لكي تحَيّا، فهي تحتاج أن تحول بعض هذا السكر إلى بروتينات لبناء الإنزيمات والخلايا، ولكي يَصْنع النبات بروتينات فهو يحتاج إلى المعادن، وتمتصن النباتات المعادن من التربة خلال جنورها، ثم تأكل الحيوانات البروتينات الموجودة في المادة النباتية، وتصبــع جـزءًا من أجسامهـا فـي سلاســل وشكات الغذاء.

وفي الحقيقة، فإن الكائن الحي مصيره الموت، وحينئذ تُستعمل النباتات والحيوانات الميتة والمُخَلُفات الحيوانية كغذاء للكائنات المحلّلة ، حيث تتحلُّل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون التي تم بناؤها في الخلايا الحية، وتعود إلى عناصرها الأصلية التي تكونت منها (مثل الكربون والنيتروجين)، وترجع إلى التربة والهواء، وبدون عملية إعادة تدوير هذه الموارد، فإن الحياة سوف تتعثر.

وفي مجتمع ثابت من الحيوانات والنباتات، فإن العمليات التي تتم فيها إزالة العناصر من التربة (مثال ذلك نمو النباتات) تتوازنُ مع عمليات التحلل التي تعيد هذه العناصر مرة أخرى إلى التربة، ويهذه الطريقة، فإن مواد مثل النبتروجين والكربون سوف يتم تَدُويرُها بصورة دائمة في البيئة.

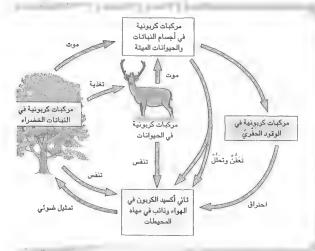
دورة الكريون

يعتبر الكربون عنصراً مهمًا لجميع الكائنات الحية: نظراً لأن جميع الجزيئات الأساسية للحياة مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والحمض النُوويّ DNA (ديوكسي ريبو نيوكليك أسيد) تعتمد على ذرات الكربون المتصلة بعناصرً أخرى.

ولدينا كُمية هائلة من الكربون مُتاحة لاستخدام الكائنات الحية في صورة ثاني أكسيد الكربون، وهو موجود في الهواء الجوي (يكوّن حوالي 0.04% من الهواء الذي تتنفسه)، ويذوب في مياه الأنهار والبرك والبحار، وفي الوقت نفسه يُطلقُ الكربون مرة أخرى وبصورة مستمرَّة في البيئة من خلال تنفُّس النباتات والصورانات، وفي خلال عملية التنفس يتم تحليل السكر في الخلايا باستخدام الأكسجين، ويعمل ذلك على إمداد الخلايا بالطاقة، وينتج عنه ثاني أكسيد الكربون وماء كنواتج ثانية، كما يرُّدي نشاط الكائنات المحلَّلة إلى انطلاق جميم الكربون المرتبط في أجسام النباتات والحيوانات الميتة عندما تتحلل، ويعرف التَّدويرُ المستمر للكربون في الطبيعة باسم «دورة الكربون».

وفي النظام البيثي المتوازن طبيعيًّا بين النباتات والحيوانات، تنظّم دورة الكربون نفسها بنفسها، حيث تستطيع المحيطات والغابات امتصاص كُميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون، ومع ذلك، فلقد أضاف الإنسان المزيد والمزيد من ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء الجوي، لذا فإن هناك تَخُوفُنا من أن الدورة الطبيعية لثاني أكسيد الكربون قد تصل إلى نقطة اللاعودة.

يرضح هذا الرسم دُوْرةً الكربون في الطبيعة

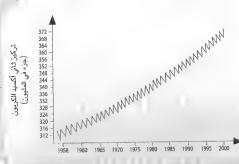


أزمة الكربون

ظلت مُسْتويات ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي ثابتةً إلى حد ما خلال آلاف السنين، إلا أنه في السنوات الخمسين الأخيرة، قد زادت بصورة هائلة كُمية ثاني أكسيد الكربون التي ننتجها نحن البشر، فَخَرُقَ الوقود الحفري لتوليد الكرباء، وتدفئة منازلنا، وتشغيل سياراتنا، كل ذلك ينتج عنه ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي، وما زلنا نحرق المزيد والمزيد من الوقود الحفري.

وتحتفظ البحار والمحيطات بحوالي 98%من جميع الكربون المتاح على الأرض وحولها؛ نظرًا لذَوْبان غلي أكسيد الكربون في ماء البحر، فهو أسهل ذوبانًا في الماء شديد البرودة منه في البحار والمحيطات الدافئة، وعندما ترتفع مستويات غلي أكسيد الكربون في الهواء، تمتص منه كمية أكبر في مياه البحار والمحيطات، ومع ذلك، فإن ذوبان غاني أكسيد الكربون يستغرق وقتًا طويلاً، كما أن البحار والمحيطات لن تستطيع أن تمتص بسرعة كافية مزيدًا من غاني أكسيد الكربون الذي ننتجه ، ويعتقد العلماء أن حوالي 40 إلى 50% من الكربون المضاف إلى المواء الجوي منذ بداية القرن التاسع عشر قد ذاب في مياه المحيطات.

قام العلماء بقياس مستويات تاني أكسيد الكربون على قمَم جبل في هاواي لعدة سنوات، وأوضحت نتائج دراستهم أن مستويات ثاني أكسيد الكربون قد زادت وانخفضت كل عام مع فصول السنة، ففي فصل الصيف انخفضت مستويات ثاني أكسيد الكربون نظرًا للنمو السريع للنباتات، واستخدامها لكميات هائلة من الكربون، ببنما زادت مستوياته في فصل الشتاء مرة أخرى، إلا أن المُستَوى العامُ لمستويات ثاني أكسيد الكربون في ارتفاع مستمر.



تطورات حديثة ، ارتفاع درجة حرارة الكون

يرى بعض العلماء أن ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون يزيد من
تأثير ما يعرف باسم ارتفاع درجة حرارة الكون أو تأثير الصّوبة، حيث
يعمل ثاني أكسيد الكربون كطبقة عازلة حول الكرة الأرضية، محتفظا
بحرارة الشمس داخلها، كما يرى علماء آخرون أن مستويات ثاني أكسيد
الكربون ترتفع باستمرار، وهذا سوف يؤدي إلى تغير مناخ الأرض تغيرًا
عنيفًا، مما قد يؤدي إلى ذوبان جليد القطبين، الذي سوف يعمل على رفع
مستوى سطح البحار والمحيطات في العالم، ولا يعلم أحد على وجه الدقة
ماذا سوف يحدث حينذاك، إلا أن بعض الدول تحاول خفض كمية ثاني
أكسيد الكربون التي تنتجها.

رواد العلم ، جيمس لوهيلوك ونظرية الجايا

جيمس لوفيلوك عالم إنجليزى قضي سنوات عديدة في الولايات المتحدة، ولقد طوَّر نظرية تقول إن الأرض نفسها تتفاعل كأنما هي كائن حي ، ولكن على نطاق كبير للغاية ويطيء، وإن الظروف الموجودة على سطح الأرض سوف تعود غالبًا إلى تلك التي تجعل الحياة ممكنة، فإذا عمل البشر كجزء من هذا الكائن الخرافي العمالاق (جايا وهو إله الأرض في الحضارة اليونائية القديمة) دون الإخلال بالدورات الطبيعية، شإن كل شيء سوف يكون على ما يرام، أما إذا لوَّثنا الكون بدرجة كبيرة، فإنه سوف يقوم بتعديل وتصحيح الأمور كما ينبغي، ولكن على مدى زمني طويل للغاية، قد يكون متأخرًا جدًّا لنا نحن البشر، ولقد طور لوفيلوك برنامجًا على الحاسب الآلي (الكمبيوتر) أوضح فيه نظرياته

الأولى عن الجايا، وحيث إن بعض تنبؤاته قد حدثت بالفعل، فإن أفكاره قد لاقت قبولا واسم النّطاق لدى الجهات العلمية.



الأرض كما تُشاهد من الفضاء أوحت للعالم جيمس لوفيلوك بنظرية الجايا.

دورة النيتروجين في الطبيعة

لا تعتبر دورة الكربون النظام الوحيد الذي يلعب دورًا مهمًّا في المحافظة على الحياة على الحياة على الحياة على الحياة على الأرض، فدورة النيتروجين مهمة أيضًا المكاننات الحية، والنيتروجين غاز يكون نحو 80% من الهواء الجوي الذي نتنفسه، وتحتاج النباتات أيضًا إلى النيتروجين لتخليق البروتينات، ولكي تنمو بصورة جيدة، ومع ذلك لا تستفيد النباتات من النيتروجين الموجود في الهواء، ويدلاً من ذلك فهي تحصل عليه من التربة، حيث تمتصه خلال الجذور على صورة نيترات ذائبة وتستخدمه في بناء مادة نباتية جديدة، وعندما تأكل الحيوانات النباتات، فإن النيتروجين الموجود في بروتين النبات يصبح جزءًا من أجسام الحيوانات.

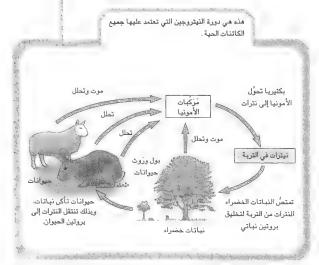
ويعود النيتروجين مرة أخرى إلى التربة بعدة طرق، فَبُول العيوانات يحتوي على مادة كيميائية تعرف باسم اليوريا، وهي ناتجة عن تحلل البروتينات في الجسم، وكذلك تحتوي مُخلُفات الحيوانات (الرُّوَث) على كميات كبيرة من البروتين، لذا تعتبر نواتج مخلفات الحيوانات (بما فيها مخلفات الإنسان) مَصدرًا جيدًا للندرات في التربة، وبالطريقة نفسها ، عندما تموت النباتات والحيوانات، فإن أجسادهما (التي تحتوي على كمية كبيرة من البروتينات) يمكن أن تتحلل بواسطة الكاثنات المحللة، ويتحرر منها النيتروجين.

وفي النهاية، هناك طريق آخر لبعض النباتات (مثل الفول والبسلة) للحصول على النيتروجين، فلديها نوع خاص من البكتيريا يعرف باسم Rhizobium ، ويعيش داخل جذورها، ويمكن لهذه البكتيريا اقتناص النيتروجين من الهواء الجري وتحويله إلى نيترات يستفيد النبات منها، وتعرف هذه البكتيريا باسم البكتيريا المثبدة للنيتروجين، وهي ذات علاقة غذائية وثيقة بالنباتات التي تعيش فيها، فالبكتيريا تحصل على مكان آمن تعيش فيه، وإمداد دائم من السكريات من النبات، بينما يحصل النبات على مصدر دائم من النترات.

توازن المسئوليات

عندما يموت نبات في الحياة البرية، فإنه يسقط على الأرض، ويتحلّل بفعل الكائنات المحللة، وهنا تعود النترات مرة أخرى إلى التربة عندما يتحلل النبات، وعندما يحصد المزارعون النباتات لاستخدامها كطعام، لا تعود النترات في هذه النباتات إلى التربة، ولكي تظل التربة خصبة، يجب إضافة النترات لتعويض المفقود منها، بطرق متعددة، فعادة ما تضاف مُخَصِّبات زراعية (أسمدة)، وفي دول نامية عديدة تستخدم أسمدة عضوية مثل روث الحيوانات ومخلفات الإنسان ومخلفات المحللة قبل أن تتحرر منها النترات المحللة قبل أن تتحرر منها النترات داخل التربة.

وفي الدول النامية، تستخدم عادة المخصبات الزراعية (الأسمدة) الكيميائية، حيث تُصنفُ بكميات هائلة خلال مراحل التفاعلات الكيميائية ، ويتم فيها الحصول على النيتروجين من الهواء الجري، ثم يتحول إلى صورة يسهل للنباتات امتصاصها، ولقد سببت هذه المخصبات الزراعية اختلافات كبيرة في كمية المحاصيل التي يمكن زراعتها، وفي خصوية التربة ، بصدف النظر عن دورة النيتروجين.



رابطة ضعيفة داخل السلسلة

تعنى الروابط بين الأنواع في السلاسل والشبكات الغذائية أن أي تغير أو اضطراب يمكن أن يؤدي إلى تأثيرات خطيرة، وفي بعض الأحيان يأتي التغير في الشبكة الغذائية ؛ نتيجة أسباب طبيعية تمامًا، ولكن في كثير من الأحيان يكون التغير المسبِّب للمشكلة نتيجةً مباشرة عن فعل البشر.

إدخال شيء جديد



خلال رحلات البشر حول العالم، فهم يحملون كاثنات حية مختلفة معهم، وأحيانًا يدخلون حيوانًا أو نباتًا جديدًا إلى منطقة مُحَقِّقينَ منافعَ من وراء ذلك، ولكن قد يسبب ذلك مشكلات في أحيان كثيرة، فعندما أحضر توماس أوستين 26 أرنبًا من إنجلترا ونقلها إلى أستراليا عام 1859، كان يرغب في إدخال حيوان أليف لرياضة الرَّماية في عزَّبته، إلا أن هذه الأرانب تكاثرت بسرعة، وأصبحت بعد ذلك تمثل مشكلة رئيسية، واليوم، يتم فُقْدان نحو 90 مليون دولار أسترالي سنويًّا لأن هذه الأرانب تأكل الأعشاب

تأكل الأرانب كميات هائلة من النباتات، وتتكاثر بسرعة كبيرة، (3-4 صغار في السنة)، لذلك لم يستطع حيوان الولب-- ذي الفراء الماثل للحُمْرة (انظر صورته)، الذي يضم صغيرًا واحدًا كل سنة - المنافسة, التي تستخدم كدّلف للخراف، وتصوف 20 مليون دولار أخرى في مكافحة هذه الأرانب، كما تسببت هذه الأرانب في دفع بعض الحيوانات الأسترالية المحلية إلى حافّة الانقراض، مثال ذلك حيوان الؤلب ذي القراء المائل للحمرة، والفأر طويل الأنف، والحيوان الجرابي الحقّار، وهي ثلاثة فقط من الحيوانات التي كادت تختفى من أستراليا مع غيرها من نجاتات أخرى عديدة.

وفي محاولة لحل هذه المشكلة، تم إدخال مرض لإصابة الأراتب يتسبب عن نظر هلامي، خلال خمسينيات القرن العشرين، ولقد ساعد هذا المرض في مكافحة الأرانب وتقليل عشائرها، إلا أنه لم يكن ناجحًا بدرجة كافية، وزادت أعداد الأرانب زيادة كبيرة، واكتسبت مناعة ضد الإصابة بهذا المرض، ويحاول الأستراليون إدخال مرض جديه، يتسبب عن فيروس في محاولة أخرى للتخلص من الأرانب التي تعثل آفة خطيرة.



انتشر المُّبِيَّار الكُمِثرِيُّ الشُّوكِيُّ فِي ريف أسترالها بدرجة كبيرة، ونجح في ذلك لعدم وجود حيوان قادر على أكله، وفي محاولة لمكافحة هذا النبات الضارُّ تم إنجالُ فرع من الفراشات ذات يُرْقات شرِّهة، تستطيع التهام هذا الصبار، مما يجعل الوضع مناسبًا للتحكم فيه (لمزيد من المعلومات حرل المكافحة الحيوية للأفات (انظر صفحة 56).

رعب القنافذ

كان ذلك عام 1974، عندما أدخل بستاني عددًا قليلاً من القنافذ إلى جزيرة أسكتلندية؛ لاعتقاده أنها سوف تساعده في مكافحة آفات البستان، ولكنها لم تقعل ذلك، بل تحولُت إلى مشكلة غير متوقعة، حيث بدأت في التهام بيض الطيور الخراضة النادرة، التي كانت تبني أعشاشها على الجزيرة بالآلاف، ولقد تكاثرت القنافذ بسرعة كبيرة، وهذا أدًى إلى انخفاض أعداد بعض أنواع الطيور التي تأكل القنافذ ببضها إلى نحو 60% عام 2002، بينما لم تتأثّر أعداد الطيور في الجُزر القريبة الخالية من القنافذ، وكانت الوسيلة الوحيدة لوقف هذا النمال للطيور هي التخلص من جميع القنافذ الموجودة بالجزيرة، ولقد تم اصطياد بعض هذه القنافذ الموجودة بالجزيرة، ولقد تم اصطياد

سُــــة د

تمثل الحشائش مشكلة لجميع المزارعين، فهي تنمو وتنافس المحاصيل على الماء والضوء والعناصر الغذائية، وهذاك أنواع مختلفة من الآفات الحيوانية والمكتيريا والفطريات، يمكنها أيضا مهاجمة المحصول والتفذية عليه، ولقد اعتد المزارعون على مدى سنوات طويلة على مهيدات حشائش كيميائية وعلى مبيدات آفات ، حيث تقوم مبيدات الحشائش بقتل الحشائش، وتترك نباتات المحصول الاقتصادي سليما، بينما تعمل مبيدات الآفات على قتل الحشرات التي قد تهاجم المحصول وتدمره.

وعلى الرغم من ذلك، فإن كلاً من مبيدات الحشائش ومبيدات الآفات ما هي الا مواد سامَّة، وعندما ترشُّ على المحاصيل فإنها يمكنها الوصول إلى التربة، ثم تُفسَّلُ بمياه الأنهار والجداول المائية، وهكنا يمكن أن ترثر هذه المواد السامة على الحيوانات والنباتات الأخرى. وهناك مشكلةٌ أخرى، هي أن بعض المواد السامة يمكن أن يصبح جزءًا من السلسلة الغذائية، فعندما تأكل الحشرات أو الحيوانات الصغيرة المحاصيل التي تم رشُها بالمبيدات، فإنها لا تضر نفسها الحيوانات الصادة السامة يمكنها لمياها فقط ؛ لأن المادة السامة يمكنها البقاء في أجسامها، ثم تنتقل إلى أي حيوان يأكلها، وكلما ألكات هذه الحيوانات أعدانا كبيرة من الحشرات، زادت كمية المادة السامة في أجسامها إلى مستويات خطيرة، ويمكن أن تنتقل بعد ذلك عبر سلسلة الغذاء، مسببة دمارًا خطيرًا قد يردي إلى موت الحيوانات المفترسة.

تجربة نموذجية

دراسات على تأثير مبيد DDT على الجيوانات الفترسة على قمة السلسلة الغذائية

يعتبر ددت DDT مبيد آفات قريًّا فعالاً ولكنه يمكن أن يتراكم في دهون الحيوانات التي تحصل عليه في غذائها، وبعد وقت ليس بالطويل من بداية استخدام المزارعين لهذا المبيد (في ستينيات القرن العشرين)، انخفضت أعداد الطيور كبيرة الحجم آكلة الأسماك مثل طائر البلَسْون (مالك المزين)، والعُقاب، ولقد حلل العلماء الطيور الميتة، واكتشفوا احتواءًها على مستويات عالية منDDT ، ليست كافية لقتل الطائر، ولكنها عالية بدرجة تؤثر على تكاثره، كما اكتشف العلماء أن الطيور التي تأثرت بالمبيد DDT وضعت بيضا همتًا سهل الكسر، ويعني هذا نجاح عدد أقل من صغار الطيور في الفقس والنمق وانففاض أعداد الطيور بصفة عامًة.

وحيث إن طهور البلشون والتُقاّب آكلة للأسماك، ولا تأكل المحاصيل، فكيف وصل مبيد DDT إلى أنسجتها؟ أوضحت الأبحاث أن هذا المبيدَ الذي رش على الحقول قد غُسلَ في الأنهار والجداول المائية والبرك، ثم امتصته الهائمات الحيوانية التي أصبحت طعامًا للأسماك الصغيرة، وبالتالي أكلتها الأسماك الأكبر منها، وبذلك زادت مستويات مبيد DDT في كل ذوع من أنواع الكائنات الحية إلى مستوى أعلى وأعلى في الشلسلة الغذائية. وفي النهاية،

جاء طائر البلشون على قمة المفترسات، وأكل الأسماك الكبيرة، وحصل على جُرْعة ضارَّة من السم، وكنتيجة لمشكلة مثل هذه فإن استعمال مبيد DDT قد أصبح مُحْظورًا

> في عـديـد من الدول.

يوضح العلماء خلال هذه السلسلة الغذائية ماذا يمكن أن يحدث قبل أن تُفْقَدَ جميعُ طيور البلشون والمُقاب أكلة الأسماك.



ما الثمن الذي ندفعه ؟

يمكن أن تؤثر المشكلات الموجودة في سلاسل وشبكات التغذية على الإنسان
تمامًا كما تؤثر على أي حيوان آخر، فنحن نعتمد على العمليات الصّناعية في
إمدادنا بالأشياء العديدة التي نطلبها ونحتاجها، ولكن في بعض الأحيان
فإن المُخلَّفات الناتجة خلال هذه العمليات الصناعية قد تسبب مشكلات، ففي
خمسينيات القرْن العشرين، ظهر مرض خطير في مدينة بابانية هي ميناماتا،
حيث بدأت القطط الأليفة والبشر في فقد توازنها ، ولقد ظهر التأثير أولاً على
البشر والحيوانات في صورة تدمير لعضلات الجسم، ثم يصاب الجسم بالشَّلا،
ويموت الأشخاص والقطط بعد ذلك، وقد ولد عديدٌ من الأطفال يعانونَ من
تشوهات شديدة، وتم تحديد مسبب هذا المرض.

كان هناك مصنع في ميناماتا ينتج «كلور» و«هيدروكسيد صوديوم»،

و«هيدروجين» من ماء البحر باستخدام الرُتبق خلال مراحل التَّصنيع، وكانت لنُتابات المصنع المحتوية على بعض الرُتبق فائق الشَّميَّة قد تسربت إلى ماء البحر في هذه المنطقة، ثم دخل الزئبق في سلاسل الغذاء المحلية، ثم زاد تركيزه أكثر وأكثر في الأسماك الكبيرة التي اصطادها وأكثر في الأسماك الكبيرة التي اصطادها وأكلما أهالي المنطقة وقعَطُهم الأليفة. ولقع سبب الزئبق جميع المشكلات الصحية ولقعلما المسحية التي عاني منها البشر والقطعا.



لو قكر البشر في السلاسل الغذائية، لما كانت كارثة ميناماتا قد حدثت، ولقد تعلم اليابانيون مما حدث، فهم الآن يأخذون حِذْرُهم من تأثير العمليات الصناعية على البيئة من حولهم.

شبكات مدمرة

تتغير العوامل البيئية الطبيعية في كل مكان من العالم، حيث تُزالُ مساحات هائلة من الغابات المطيرة كل يوم ازراعة المحاصيل وتربية الحيوانات بغرض توفير غذاء رخيص للبشر في دول العالم النامي، كما تُلقى كميات هائلة من المخلفات والنُّفايات الكيميائية في البحار والمحيطات في جميع أنحاء العالم، وترش مبيدات الآفات والمبيدات الحشرية على المحاصيل في محاولة مثّا لإنتاج غذاء أكثر بأقل تكلفة قدر الإمكان، كما أننا نحرق الوقود العفريّ، ونضغٌ ثاني أكسيد الكربون وغيره من الكيماويات في الهواء الجوريُّ أسرع مما كان من قبل. وفي الوقت نفسه ، أصبحت النباتات والحيوانات مُعَرِّضةٌ للانقراض بمعدل لم يتم تسجيلُه من قبل عبر تاريخ الأرض، وعندما يختفي كائن حي واحد، فإن لم يتم تسجيلُه من قبل عبر تاريخ الأرض، وعندما يختفي كائن حي واحد، فإن في مرحلة خطرة وقد تُقد إلى الأبد، ويري كثير من العلماء أن هناك روابطً قوية بين الأنشطة الإنسانية ومعدلات الانقراض، ويتنبأ هؤلاء العلماء بمشكلات خطيرة ستواجهنا، إذا لم يتغير الوضع عما هو عليه الآن.

البناء للمستقبل

وعلى الرغم مما سبق، فما زال هناك أملً في المستقبل، ففي مناطق عديدة يعمل البشر بكل قواهم للمساعدة في المحافظة على النباتات والحيوانات، وفي حماية سلاسل وشبكات التغذية والعوامل البيئية التي تدعمها، كما يعملون على حُسْنِ إدارة المحيطات ومنع الصيد الجائر، عن طريق التحكم فيما نضعه في بحارت وما ناخذه منها، وتعمل بعض الدول مع بعضها البعض؛ للحِفاظ على قاء المحيطات نظيفة وصحية من أجل المستقبل.

رواد العلم : أندو ليوبولد

درس ألدو ليويوك (1847–1948) علم الغابات في جامعة يال بالولايات المتحدة، وعَملُ في إدارة الغابات وحيرانات الصيد، ولقد بدأ في إدراك أن الكائنات الحية في مواطن معينة تعتمد كلها على بعضها البعض، واقترح ليويوك أن يتعلم البشر حِكمة (فكر كما لو كنت جبلاً)، وبطريقة أخرى فكر في جميع الكائنات الحية المختلفة في موطن ما، وكرّن روّيةً على المدى الطويل.

الحفاظ على الموارد الطبيعية

هناك موجة قوية عالمية تجاه الزراعة بأسلوب يعتني بالتربة، وتعني الزراعة المُستدامة الحفاظ على مواردنا للتأكد من أنها لن تُنضب، وأننا سوف نعوض ما نستخدمه بدقًة، وقد يعني ذلك حرث بقايا المحاصيل في التربة، واستخدام المخلفات الحيوانية كمخصّب (سماد) عضوي، وإعادة زراعة سياج من الأشجار والشجيرات، وزراعة أنواع مختلفة من الأشجار في غابة اقتصادية، وفي الوقت المحالي يعمل المزارعون على تحسين طرق الزراعة لإنتاج غذاء أكثر، وفي الوقت نفسه لحماية الهيئة من التلوث.

تطورات حديثة : المكافحة الحيوية للآفات

يقصد بالمكافحة العيوية استخدام أحد الكائنات العية في مكافحة كائن حي آخر، فعلى سبيل المثال، يمكنك الأن شراء حشرة «أبو العيد» للمساعدة في مكافحة الذبابة الخضراء في حديقتك، ويؤدي استخدام الكائنات الحية يدلاً من الكيماويات في حماية المحاصيل من الآفات إلى تقليل استخدام المواد السامة، وهذا يعني أننا نقلل من المشكلات مثل كارثة مبيد DDT، ومع ذلك وكما رأينا في حالة الأرانب الأسترالية، فإن إدخال نوع جديد في منطقة ما يمكن أن يسبب مشكلات، ويستدعي الأمر كثيرًا من النفقات والأبحاث للتأكد من عدم ظهور مشكلات غير متوقعة. وهناك أنماط عديدة ومختلفة من المكافحة الحيوية ، منها:

- وهناك انماط عديدة ومختلفة من المكافحة الحيوية ، منها:
- * قاتلات حيوية للأفات: قد يستخدم المرض أحيانًا في قتل آفة حيرانية، مثال ذلك بكتيريا Bacillus thuringiensis التي يمكن رشُها على الماء أو النباتات، فتمتصها يرَقات الأفات، وتنتج هذه البكتيريا مادة سامت تقتل البرقة، إلا أن هذه المادة ليست ضارة بالإنسان أو بغيره من الأحياء في السلسلة الغذائية، وتستخدم هذه البكتيريا بنجاح في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة وأوربا وكندا.
- ق تشجيع الأعداء الطبيعية: يجب التأكد من أن هذاك أعدادًا وفيرة من الأعداء الطبيعية للآفة قد تعمل على مكافحتها، بالإضافة إلى الكيماويات المستخدمة، ويُعْرَفُ بالمكافحة المتكاملة للآفات، وحاليًّا تعمل حكومة إندونسيا مع العلماء ومزارعي الأرز لمكافحة نَطُاطات الأوراق بنية اللون، التي يمكنها تدمير محصول الأرز.

وتم تدريب المزارعين للتعرف على العناكب التي تفترس نطاطات الأوراق، والمحافظة عليها، وفي خلال ثلاث سنوات فقط، انخفضت نفقات المكافحة بالمبيدات بنسبة 90%، وزادت إنتاجية محصول الأرز باطراد.

الأعداء الطبيعية الدخيلة: يمكن إدخال نوع لكائن حي ما من دولة لمكافحة أفة في دولة أخرى، فمنذ قرن مضى، يئس مزارعو الموالح في كاليغورنيا من مكافحة أفة تدمر أشجارهم هي الحشرة القشرية ذات الوسادة القُطئية، ئذا تم جلب خُذفساء أبو العيد (فيدالياً) من أسترالياً لحسم الموقف.

وفي العصر الحديث، هناك العديد من المشكلات التي ظهرت نتيجة جلب أنواع من الكاثنات الحية، وإدخالها إلى مناطق جديدة (راجع مشكلة نباتات الصبار الكمثرية الشوكية صفحة 51) وقد سببت كوارث. وفي القرن الحادي والعشرين، زاد الاهتمام بدرجة كبيرة بالأبحاث التي تجري لإيخال أنواع جديدة من الكائنات الحية التي إذا تم استعمالها بصورة

مُوسَّعة في المكافحة الحيوية للأفات، فإنها ستكون سلاحًا فعالاً في هذا المجال.



خنفساء أبو العيد (فيداليا) تفترسُ الحشراتِ القشريةَ، وهذا السلاح الحيوي حافظ على بساتين الموالح في كاليفورنيا من الدمار.

إدارة المستقبل

لكي نساعد في بقاء الحياة على الأرض، فإننا نحتاج إلى فهم الغلاقات الغذائية بين النباتات والحيوانات في المراطن المختلفة من العالم، ويعمل العلماء في الدول المختلفة بكل قرتهم ليزودونا بالمعلومات التي نحتاج إليها، وعلى سبيل المثال ذلك العمل الذي قام به د. فرانسيس جيلبرت من المملكة المتحدة والأستاذ الدكتور سامي زلط من مصد، فلقد أنفق هذان العالمان سنوات عديدة لتكوين صورة تفصيلية عن التنوع الحيوي في شبه جزيرة سيناء بجمهورية مصد، ولقد اهتم المالمان بجميع الكائنات الحية في هذه المنطقة ابتداءً من النباتات الصغيرة، ومرورًا بالحشرات والطيور والحيوانات الثدبية، حتى الكائنات المتغلة التي تصبيب كل كائن حي. ومع بداية عام 2005، بدأ هذا المشروع في الاتساع، وعن طريق تمويل ومع بداية عام مالي من الأمم المتحدة، يحاول الباحثان تسجيل التنوع الحيوي

في جمهورية مصر كلها.

الظُّروف البيئية في شبه جزيرة سيناء قاسية، وعلى الرغم من ذلك تستوطنها أعداد هائلة من الكائنات الحية المختلفة ، مثل: الفأر الشوكي، والضنافس الحفَّارة، والعناكب، بالإضافة إلى أصغر فراشات العالم وهي فراشة المُراوة الزَّرقاء السِّينائيّة.

هندسة المستقبل

تعلم العلماء في السنوات الأخيرة كيفية تغيير المعلومات الوراثية في النباتات والحيوانات، وأصبح مُمكناً استخدام التعديل الجيني (الوراثي) في مجال الزراعة لإضافة جينات جديدة تمامًا إلى الحيوانات والنباتات، حيث تُعرف هذه الطريقة بتقنية التعديل الجيني، ويمكن للنباتات المعدلة جينيًا أن تنتج محاصيل أكثر، وأن تنمو إلى أحجام كبيرة،

أو تكون ثمارًا تبقى طازجة لفترة طويلة، وفي بعض الأحيان تسمح الجينات الجديدة للنباتات أن تنتج مواد كيميائية تمميها من الأفات، ويذلك لا نحتاج إلى رش مبيدات للأفات، كما يمكن للجينات الجديدة أن تسمح للنباتات بتكوين مركبات تشعُّ بالضوء في الظلام عندما تهاجمها الآفات، وهنا لا يحتاج المزارع إلى رشٌ حقوله بالمبيدات إلا عند الضرورة.

وعلى الرغم من ذلك، فإن هذه التقنية الحديثة مثيرة للجدل، فلا يعلم أحد كيف يمكن أن تُغيِّر هذه المحاصيل المعدلة وراثيًّا العلاقات الغذائية في المستقبل، ولقد تم تزويدُ عديد من المحاصيل المعدلة وراثيًّا بجينات لتجعلها عقيمة، مما يجبر المزارعين على شراء تقاوي جديدة كل عام، وقد تكون هذه مشكلة حقيقية في الدول النامية حيث المزارعون فقراء للغاية، كما أن هناك قلقًا من تسرُب هذه الجينات التي تجعل النبات عقيمًا إلى عشائر النباتات أو الحيوانات البرية، عمد الجينات أن تؤذي هذه الجينات شبكات وسلاسل الغذاء، خاصة إذا جعلت النباتات عقيمًا إلى عشائر النباتات أو الحيوانات البرية، عقيمة، ويعارض كثير من الأفراد في المملكة المتحدة وأوربا الأغذية المعدلة وراثيًّا مثل الذرة الشامية والقطن وفول الصويا يتم إنتاجها في الولايات المتحدة وغيرها من الدول الأخرى منذ سنوات عديدة، ولم تظهر حتى الآن أية علامات عن المشكلات التي يخشاها جمهور المستهلكين.

التغيرللأفضل

تتميز العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية بأنها مثيرة ومعقدة، وهي أساس دراستنا للبيئة، وتساعدنا في فهم الحياة على الأرض، وكلما زادت معلوماتنا عن التفاعلات بين الكائنات الحية المختلفة، استطعنا تعرف الوسائل التي يوثر بها الإنسان على سلاسل وشبكات التغذية حولنا، وحينذاك يمكننا التأكد من أننا عندما نغير في البيئة والأحياء من حولنا، فإننا نغيرها إلى الأفضل.

مصادر إضافية

كتب للقراءة

Solway, Andrew, Wild Predators series (Helnemann Library, 2005) Stockley, Corinne, The Usborne Illustrated Dictionary of Biology (Usborne Publishing, 2005) Wallace, Holly, Life Processes: Food Chains and Webs (Helnemann Library, 2001).

Nature Encyclopedia (Dorling Kindersley, 1998).

استخدام الإنترنت

استكشف الإنترنت لتعرف المزيد حول العلاقات الغذائية، ويمكنك www.yahooligans.com أو www.yahooligans.com أو google.com أو food chains أو google.com أو food chains أو photosynthesis أو تطرية مناسخيات مستهلكة consumers أو نظرية الجالا ai food أو دورة النيتروجين faia theory أو دورة النيتروجين nitrogen cycle.

وسوف تساعدك أفكار البحث هذه في الوصول إلى مواقع مفيدة على شبكة المعلومات الدولية يسرعة أكبر:

- حدد بالضبط ماذا تريد حتى تصل إليه أولاً.
- استخدم قليلاً من الكلمات الدالة المهمة في البحث، واستخدم الكلمات وثيقة
 الصلة بالموضوع أولاً.
 - كن دقيقًا. استخدم فقط أسماء أشخاص أو أماكن أو أشياء محددة.
 تنبيه:

جميع مواقع الإنترنت الموجودة في هذا الكتاب صالحة للاستخدام وقت طباعة الكتاب، ومع ذلك ونظرًا للآلية المتغيرة لطبيعة هذه المواقع، فإن بمض هذه المواقع قد تتغير، أو تتوقف عن العمل، وحيث إن المؤلف والناشر يعتذران عما قد يقابله القارئ من مشكلات في هذا الشأن، فإنهما غير مسئولين عن ذلك.

مفردات ومصطلحات

طملب (alga): نبات بسيط التركيب.

تكيف. تأقلم (adaptation): تراكيب خاصة في الكائن الحي تجعله قادرًا على البقاء في مرطن معين.

ضغط جوبي (atmospheric pressure): تيمة الضغط الجوبي في طبقة الهواء الجوبي. بكتيريا (bacteria): نوع من الكائنات الحية الدقيقة، منه أنواع مفيدة للإنسان، وأخرى ضمارة.

تنوع حيوي (biodiversity): مقياس لتنوع الكائنات الحية التي تعيش في منطقة ما، وتشمل كل الأجناس المفتلفة للكائنات الحية، والتباين بين الأنواع.

كتلة حيوية (biomass): الكتلة الكلية للكائنات المية في منطقة ما.

كربرهيدرات (carbohydrate): نمط من الغذاء يتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين. .carnivore): حيوان يأكل حيوانات أخرى فقط.

غلية (cell): وحدة بناء صغيرة بسيطة يتكون منها أي كائن هي.

بكتيريا ذاتية التغذية الكيميائية (chemosynthetic bacteria): بكتيريا تصنع غذاءها باستغدام الطاقة الكيميائية.

كلوروفيل (chlorophyll): مركب كيمياثي تستخدمه النباتات في اقتناص طاقة الشمس. بالاستيدة خضراء (chloroplast): تركيب في خلية النبات يحتوى على الكلوروفيل.

بدسيده عشراط (منسون منسف)، تربيع الله على المساون على المراورية. المحرصات اللاسعة تعرف أيضا باسم الأكهاس السلكية (cnidocyte): غلية لاسعة متخصصة ترجد في لوامس الميوانات مثل النهون البحر

مجموعة - جداعة (community) : جميع النباتات والحيوانات التي تعيش مع بعضها البعض في موطن ما في الوقت نفسه.

مزرية (culture) : نمو كائن حي تحت ظُروف متحكِّم فيها داخل المعمل، مثال ذلك إنماء الكتديا.

مطل (decomposer): كانن حي قادر على تحليل المخلفات الطبيعية والنباتات والعيوانات المدتة.

هضم (digest): تمليل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر.

الجهاز الهضمي (digestive system): جهاز يتكون من مجموعة من الأعضاء تقوم بهضم المقاء إلى جزيئات يحتاجها الجسم.

حمض نوري (DNA deoxyribonucleic acid) : جزيء يحمل الشفرة الوراثية، وهو بوجد في نواة الطلبة.

تقدير المسافات باستخدام للصدى (echo location): تستخدم هذه الوسيلة الحيوانات مثل الدلافين والحيتان والمفافيش.

بيئة (ecology): دراسة علمية للنظام البيئي.

نظام بيثي (ecosystem): جميع العيوانات والثباتات التي تعيش في منطقة ما، بالإضافة إلى التداخلات بين الكاتنات المية والعوامل التي تؤثّر فيها مثل التربة والعوامل الجوية.

طاقة (energy): القدرة على العمل.

إنزيم (enzyme): جزيء بروتين يغير من معدل التفاعلات الكيمياتية في الكائنات الحية، دون أن يتأثر بها خلال التفاعل .

إخراج (excrete): إخراج منتجات غير مرغوب فيها في صورة فضالات.

انقراض (extinction): موت عشيرة نوع من الكائنات الحية بالكامل.

فضلات (faeces): مخلفات صلبة تخرج من الجسم.

سلسلة غذائية (food chain): روابط بين حيوانات مختلفة تتغذى على بعضها البعض ، وعلى النباتات.

شبكة غذائية (food web): نموذج لموطن ما يوضح كيف تتداخل الحيوانات والنباتات في سلاسل غذائية مختلفة من خلال طريقة تغذيتها.

وقود حقري (fossil fuels): وقود يتكون ، منذ ملايين السنين ، من بقايا النباتات والصيوانات القديمة ، مكونًا زيت البترول والقحم والغاز الطبيعي .

جين (gene): وحدة المعلومة في الحمض النووي DNA.

المعلومات الجينية (genetic information): معلومة موجودة داخل الكروموسومات التي توجد في النواة لكل خلية.

تعديل جيني وراثي (genetic modification): تغير المعلومة الجينية في الخلية .

جلوكور (głucose): سكر يسيط يتكون خلال عملية التمثيل الضوثي، ويستخدم كمصدر للطاقة في خلايا جسم الكاثن الحي.

تقنية الهندسة الوراثية الجينية (GM technology): استخدام التعديل الجيني لما فيه منفعة للبشر، مثال ذلك زراعة المصاصيل المقاومة للآفات.

موسَل (habitat): مكان يعيش فيه الحيوان أو النبات.

مبيد حشائش (herbicide): مادة كيميائية تقتل النباتات ، وتستخدم عادة في مكافحة الحشائش.

> عشبي (herbivore): حيوان لا يأكل سوى النباتات. يعزل (insulate): حفظ درجة العرارة الساخنة أو الباردة.

يرون ومسمعات) حيوانات قشرية تشبه الجمهري، مهمة للغاية في سلسلة وشبكة التغذية

أمعاء غليظة (large intestine): جزء من الجهاز الهضمي.

أشنة (lichen): نبات بسيط ينمو على الصخور والجدران والأشجار.

یرقة (maggot): طور حشری دو جسم طری.

ملاريا (malaría): حمى تتسبب عن طفيل بروترزوي، شائعة في المناطق الدافئة. بحرى (marine): شيء متعلق بالبحار والمحيطات.

كائن حي دقيق (micro-organism): مثل البكتيريا والفيروسات والفطريات وغيرها من الكائنات الدقيقة، التي لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر

مناب الاديات المدين المنابع والمنابع المرابع المرتبطة معًا. جزيء (molecule): مجموعة من الذرات المرتبطة معًا.

. نيترات (nitrate): شق معدني يوجد في التربة، وتوفر النيترات عنصر النيتروجين للنبات.

هارت (omniyore): كائن مستهلك للغذاء يأكل كلاً من النباتات والحيوانات.

كاتُن حى (organism): كائن نباتي أر حيراني.

مبيد آفات (pesticide): مادة كيميائية قاتلة للأفات، عادة ما تكون حشرات.

تمثيل خبرثي (photosynthesis): مراحل يتم شلالها تصنيع الغذاء في النباتات الخضراء من ُ خَانِي أكسيد الكريون والماء باستخدام طاقة الشمس. هائمات نباتية (phytoplankton): كائنات حية دقيقة توجد في البحار والمحيطات تكوّن غذاءها عن طريق التمثيل الضوثي.

سرب (pod): مجموعة من الحيتان.

تلقيم (pollinate): انتقال حبوب اللقاح من الأجزاء المذكرة إلى الأجزاء المؤثثة في الزهرة.

مفترس (predator): حيوان يفترس حيوانات أخرى للحصول على غذائه.

نريسة (prey): حيوان يتم افتراسه وأكله بواسطة حيوان مفترس.

مستهلكات أولية (primary consumer): الحيوان الأول في سلسلة الفذاء، وهذه الحيوانات عشبية وقارتة.

منتج للغذاء (producer): الكائن الأول في سلسلة الغذاء.

بروتين (protein): وحدة بنائية مهمة في الكائنات الحية.

كائن أولى (protist): كائن هي دقيق عادة ما يكون وهيد الغلية.

بروتوزوا (protozoa): حيوان مجهري وحيد الخلية.

الترمجان (ptarmigan): طائر أرضي في حجم الدجاجة.

شريقة (pupa): إحدى مراحل نمو الحشرة، تتميز بعدم نشاطها، وتفرج منها الحشرة الكاملة.

مشع (radioactive): مادة مشعة.

تنفس (respiration): عملية حيوية يتم خلالها إنتاج الطاقة في الكائن الحي، عن طريق دخول الأكسجين وخروج ثاني أكسيد الكريون.

مستهلك ثانوي (secondary consumer): الجهوان الثاني في السلسلة الغذائية، وهذه الحيوانات تتفذى على المستهلكات الأولية.

مرض النوم (sleeping sickness): مرض يتسبب عن بروتوزوا متطفلة، ويؤدي إلى الشعور الشديد بالتعب والإرهاق.

نرع (species): مجموعة متخصصة شديدة القرابة من الكائنات المية يمكن لأفرادها التزاوج بنجاح وإنجاب أجيال خصبة.

مستهلكات من المستوى الثالث (tertlary consumer): ثالث حيوان في سلسلة الغذاء، وتتغذى هذه الحيوانات على المستهلكات الثانوية.

تغذية (trophie): طبيعة التغذية للكائن الحي.

النموذج الغذائي دائم التغير (trophic-dynamic model): نموذج اقترحه رايموند ليندمان لوصف مستويات التغذية.

تندرا (tundra): منطقة باردة قريبة من القطب الشمالي في أوربا وآسيا وأمريكا الشمالية، تتميز بخلوها من الأشجار.

الأمم المتحدة (United Nations) : منظمة عالمية من حكومات الدول.

. هاتمات حيوانية (zooplankton): كائنات حية نقيقة توجد في البحار والمحيطات تتغذى علم الهائمات النباتية.

الكشاف

الغسناء.. من أين؟ ولمن؟

- ما الجتمعات الغريبة التي تعيش حول شقوق أعماق البحار؟
 - لاذا لا يستطيع البشر أكل العشب؟
 - ما أكثر أنواع أسماك المياه العذبة شراسة؟

يستكشف كتاب (الغذاء... من أين؟ولن؟) الصلات العقدة بين السلاسل الغذائية والأنسجة، بدءًا من منتجي الغذاء، ومستخدمي الطاقة الشمسية من عملية التمثيل الضوئي. كما يوضح الكتاب من خلال السلاسل الغذائية دور كل من الكائنات المستهلكة، والمفترسة، والمحللة، وأخيرًا يفحص التجمعات السكائية والمجتمعات، إضافة إلى أنه يوضح مدى الخطورة إذا ما كسرت السلسلة الغذائية.

إن سلسلة (علم الحياة..نظرة متعمقة) تقدم تغطية شاملة لكل علوم الحياة وعملياتها الأساسية. ويقدم كل عنوان من هذه السلسلة معلومات تقصيلية عن أكثر المفاهيم والنظريات العلمية المرتبطة بموضوع العنوان.

تضم هذه السلسلة،

- الحياة .. للتنافس أم للتجانس!! (التكيف والتنافس).
- جسم سليم .. عقل سليم (أجمزة الجسم والصحة).
 - الخلايا .. مجتمع بلا بطالة! (الخلايا ووظائفها).
 - الغذاء .. من أين؟ ومأن؟ (علاقات التغذية).
 - الحياة .. لونها أخضر (النباتات الخضراء).
 - المخلوقات .. مقدرات أم شفرات؟ (الوراثة والانتقاء).
 - DNA .. وأسرار لاتندعي (التنوع والتصنيف).



